



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“EFECTOS DEL ADITIVO FR-2 EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE PREFABRICADOS DE CONCRETO, ELABORADOS EN
LADRILLERA SAN PABLO, S.A”**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Jeason Yisath López Matamoros.
Br. Joaquín Allan Rodríguez Canales.

Tutor

Ing. Israel Morales.

Managua, octubre 2017.

DEDICATORIA

Jeason: En primer lugar, dedico este trabajo monográfico a Dios: por darme la oportunidad de vivir y fuerzas para llegar a este momento tan lleno de felicidad y dicha, también lo dedico con mucho afecto a mis padres: Yadira Matamoros y Víctor López, que estuvieron siempre apoyándome y aconsejándome para lograr mis metas y logros.

Joaquín: En primer lugar, dedico esta monografía a Dios: por darme la vida y fuerzas para llegar a este momento tan lleno de felicidad y dicha, también lo dedico con mucho cariño a mis padres: Cándida del Socorro canales Rodríguez y Lester francisco Rodríguez Rodríguez, que estuvieron siempre apoyándome y aconsejándome para lograr mis metas y logros.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer primeramente a Dios , por darnos la vida y sabiduría para culminar nuestra carrera, también queremos agradecer a nuestros padres por haber impulsado nuestro deseo de superación, a nuestros abuelos por sus infinitos consejos, guía indispensable que nos llevó por el camino de la disciplina, honestidad humildad, responsabilidad y sacrificio, elementos que hoy hacen rendir sus frutos.

También queremos agradecer a:

Nuestra alma mater, La universidad Nacional de Ingeniería, por permitirnos cursar la carrera de ingeniería civil y permitirnos formarnos en la profesión que tanto deseamos.

A nuestros profesores, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias.

A las autoridades de la ladrillera san Pablo S.A., gracias por todo el apoyo incondicional que nos brindaron durante todo el tiempo que duro esta monografía, en especial al Lic. Augusto Ortega, Gerente general.

A nuestro tutor, Ing. Israel Morales, Gracias por guiarnos y aconsejarnos durante todo este proceso que era terminar nuestra monografía y así, poder lograr nuestra meta de titularnos como ingenieros civiles.

Al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), gracias por todo el apoyo brindado para culminar este trabajo monográfico, en especial al Ing. Franklin Sequeira López, Vice-Ministro MTI.

A la empresa ASQUIM S.A., gracias por permitirnos evaluar el aditivo FR2, para culminar este documento.

Por último, pero sin ser menos importante, a todas aquellas personas que nos aconsejaron y que compartieron con nosotros su experiencia durante todo el tiempo que tardo la elaboración de esta investigación monográfica.

RESUMEN

El contenido que se desarrolla a lo largo de este documento presenta el estudio realizado al aditivo FR2, para evaluar su efecto en las propiedades físicas y mecánicas de prefabricados de concreto, elaborados en ladrillera san pablo, S.A. Para dicha evaluación se utilizan las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses **NTON 12 008-09 (bloques)** y **NTON 12 009-10 (adoquines)**.

Primeramente, se realizaron pruebas de laboratorio a cada uno de los materiales utilizados en la fabricación de bloques y adoquines de concreto, los cuales se realizaron en base a las normas ASTM especificadas en las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses. Una vez elaboradas todos los ensayos de laboratorio, se procede al análisis de los resultados para comprobar que los materiales cumplan con los requisitos exigidos por la norma.

Para efectos de este estudio monográfico, no fue necesaria la elaboración de un diseño de mezcla de concreto para la producción de los prefabricados de concreto utilizados durante todo el proceso de esta investigación, ya que el objetivo de este documento se centra principalmente en el efecto que genera el aditivo FR2 en dichos elementos elaborados en la ladrillera San Pablo S.A. la cual ya cuenta con su propio diseño. Por lo tanto, se realizaron pruebas de laboratorio a los prefabricados de concreto, los cuales demuestran que los bloques de concreto ensayados a falla por compresión, presentan características que lo clasifican como tipo BE-2 y los adoquines de concreto ensayados a fallas por compresión y flexo-tracción presentan características que lo clasifican como tipo 1. Una vez, realizados todos los ensayos correspondientes, se hace una comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los prefabricados de concreto con y sin aditivo FR2.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción. | 1 |
| 2. Antecedentes. | 3 |
| 3. Justificación. | 6 |
| 4. Objetivos. | 7 |
| 5. Generalidades de los prefabricados de concreto. | 8 |
| 5.1. Definición de prefabricados de concreto. | 8 |
| - Usos y aplicaciones. | 8 |
| 5.2. Materiales componentes de los prefabricados de concreto. | 9 |
| 5.2.1. Agregados. | 9 |
| 5.2.2. Cemento. | 10 |
| 5.2.3. Agua. | 10 |
| 5.2.4. Aditivos. | 10 |
| 5.2.5. Efectos de los aditivos en el concreto. | 11 |
| 6. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales componentes de los bloques y adoquines de concreto según las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses. | 12 |
| 6.1. Agregado grueso. | 12 |
| 6.1.1. Grava. | 12 |
| 6.2. Agregado fino. | 13 |
| 6.2.1. Arena. | 13 |
| 6.3. Cemento. | 14 |
| 6.4. Agua. | 15 |
| 6.5. Aditivos según la norma ASTM C 494. | 15 |
| 6.5.1. Reductor de agua o Tipo A. | 15 |
| 6.5.2. Retardante o Tipo B. | 15 |
| 6.5.3. Acelerante o Tipo C. | 16 |
| 6.5.4. Reductor de agua y retardante o Tipo D. | 16 |
| 6.5.5. Reductor de agua y acelerante o Tipo E. | 16 |

| | |
|---|----|
| 6.5.6. Reductor de agua de alto rango o tipo F y Reductor de agua de alto rango y retardante o tipo G. | 16 |
| 6.5.7. Aditivo FR2. | 16 |
| 7. Prefabricados de concreto (bloques y adoquines). | 18 |
| 7.1. Bloques de concreto. | 18 |
| 7.1.1. Requisitos de dimensiones de los bloques..... | 18 |
| 7.1.2. Tipos de bloques. | 19 |
| 7.1.3. Clasificación de los bloques de concreto en Nicaragua. | 19 |
| 7.1.4. Resistencia mecánica. | 21 |
| 7.1.4.1. Resistencia a la Compresión. | 21 |
| 7.1.5. Criterios de aceptación o rechazo. | 22 |
| 7.2. Adoquines de concreto. | 22 |
| 7.2.1. Requisitos de dimensiones de los adoquines de concreto..... | 23 |
| 7.2.2. Clasificación de los adoquines de concreto en Nicaragua..... | 23 |
| 7.2.3. Propiedades Mecánicas. | 24 |
| 7.2.3.1. Resistencia a la flexo-tracción. | 24 |
| 7.2.3.2. Resistencia a la Compresión. | 25 |
| 7.2.3.3. Criterios de aceptación o rechazo. | 25 |
| 8. Metodología..... | 25 |
| 9. Resultados y análisis de resultados..... | 26 |
| 9.1. Propiedades de los agregados. | 26 |
| 9.1.1. Agregado grueso. | 27 |
| 9.1.2. Agregado fino. | 29 |
| 9.2. Propiedades del cemento. | 33 |
| 9.3. Verificación de las dimensiones de los prefabricados de concreto. | 35 |
| 9.3.1. Dimensiones de bloques de concreto..... | 35 |
| 9.3.2. Dimensiones de adoquines de concreto..... | 37 |
| 9.4. Propiedades de los bloques de concreto sin aditivo. | 34 |

| | | |
|-----------------------------|--|----|
| 9.4.1.1. | Resultados de la resistencia a la compresión de bloques de concreto sin aditivo..... | 38 |
| 9.5. | Propiedades de los adoquines de concreto sin aditivo. | 40 |
| 9.5.1.1. | Resultados de la resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto sin aditivo. | 40 |
| 9.5.1.2. | Resistencia a la compresión de adoquines de concreto sin aditivo. | 42 |
| 9.6. | Tiempos de fraguado del cemento HOLCIM, empleando aditivo FR2. | 43 |
| 9.7. | Propiedades de los bloques de concreto con y sin aditivo FR2. | 47 |
| 9.7.1.1. | Resultados de la resistencia a la compresión de bloques de concreto con y sin aditivo..... | 47 |
| 9.7.2. | Propiedades de los adoquines de concreto con y sin aditivo FR2. | 49 |
| 9.7.2.1. | Resultados de la resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto con y sin aditivo..... | 49 |
| 9.7.2.2. | Resultados de la resistencia a la compresión de adoquines de concreto con y sin aditivo. | 51 |
| OBSERVACIONES FINALES. | | 55 |
| CONCLUSIONES. | | 56 |
| RECOMENDACIONES. | | 58 |
| Bibliografía. | | 61 |

1. Introducción

La presente investigación se refiere al tema **“Efectos del aditivo FR-2 en las propiedades físicas y mecánicas de prefabricados de concreto, elaborados en Ladrillera San Pablo, S.A”**, la implementación de este aditivo el cual ha sido elaborado por la empresa ASERQUIM se realizará en bloques y adoquines de la Ladrillera San Pablo.

La característica principal de este aditivo es acelerar el desarrollo temprano de la resistencia en mezclas de concreto, es decir el endurecimiento.

Un aspecto importante de mencionar es que la mayoría de aditivos comercializados en Nicaragua son importados, por lo tanto, siendo el mayor interés el de incentivar el uso de productos nacionales, se seleccionó el aditivo FR-2 el cual ha sido desarrollado por la empresa ASERQUIM.

Aunque existen diversos tipos de prefabricados de concreto (bloques, adoquines, losas, postes, vigas, viguetas, etc.), en el presente trabajo se abordarán dos de los más utilizados, siendo estos los bloques y adoquines, los cuales se observan en urbanizaciones y calles de nuestro país.

Está comprobado que los adoquines constituyen la solución más económica, durable y efectiva para comunicar a través de calles distintos pueblos, comarcas barrios y ciudades cuando no se dispone de recursos económicos suficientes para utilizar otro tipo de pavimento, ya que se requiere mayor cantidad tanto de dinero como de tiempo para la finalización y entrega de la obra.

En cuanto a bloques, se pueden considerar como un sistema constructivo fiable para desarrollar múltiples funciones, ya que es un cerramiento generador de espacios arquitectónicos, estructuralmente resistentes y cuya textura exterior brinda una óptima terminación superficial utilizándose en el país en sistemas constructivos de mampostería reforzada o confinada.

La actual demanda de estos productos en el mercado genera un problema para las industrias que se dedican a su fabricación, ya que estas deben cumplir en

tiempo y forma con los pedidos requeridos por el cliente. La entrega de estos productos antes de lo estipulado (manteniendo la calidad del mismo) transmite al cliente seguridad y confianza, lo que le permite a las empresas proveedoras el crecimiento de su competitividad.

Con el uso de mezcla simple (agua, cemento y agregados) en ocasiones no se logra cumplir con los pedidos, ya que estos pueden superar los volúmenes de disponibilidad de producto en patio que se tenga y de tiempo de entrega del mismo, ya que este debe de poseer suficiente manejabilidad y resistencia para poder ser trasladado y colocado en la obra, razón por la cual crece la necesidad de un aditivo que acelere el tiempo de endurecimiento y resistencia de estos productos.

Los aditivos acelerantes son considerados como una solución a este problema, ya que permiten que el prefabricado alcance mayor resistencia en menor tiempo y así poder trasladar el producto a la obra, lo que permite cumplir con lo establecido en las normas NTON para bloques y adoquines de concreto para poder utilizarlo.

El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos generados por este producto en bloques y adoquines de la ladrillera San Pablo, la cual brindó su apoyo para utilizar este aditivo con sus productos y medir sus efectos, por lo tanto, los materiales que serán utilizados en la confección de estos, serán los que la Ladrillera San Pablo utiliza en su producción habitual.

Las pruebas se realizarán en especímenes conteniendo aditivo FR-2 y sin aditivo FR-2 a diferentes edades con la misma dosificación para así validar y cuantificar el efecto del aditivo en comparación a la mezcla simple (sin aditivo).

Los resultados obtenidos en este estudio serán a su vez revisados en base a las normas técnicas obligatorias nicaragüenses para bloques de concreto (NTON 12 008-10) y Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses para adoquines de concreto (NTON 12 009-10), la que rigen dicho producto, evaluando el cumplimiento de la misma en la producción de estos especímenes.

2. Antecedentes

El proceso de endurecimiento de los morteros y concretos de cal era extremadamente lento debido a que la reacción del CO₂ de la atmósfera, con los compuestos de calcio progresa muy lentamente (mm/año). Estos ligantes son los que se conocen como ligantes aéreos, puesto que endurecen con los elementos presentes en la atmósfera.

Sin embargo, como bien lo describió el constructor retirado Marco Vitrubio hacia el año 27 a.c en su libro, de la Arquitectura, el Opus Caementitium (concreto utilizado por los romanos a base de cal), podía aumentar la velocidad de endurecimiento e incluso endurecer bajo agua (sin presencia del aire), si se utilizaba un polvo que se encuentra en la Bahía de Nápoles y en las tierras circundantes al volcán Vesubio. Este polvo no es otra cosa que sílice inestable que se combina rápidamente con los compuestos de calcio y que da lugar entonces a lo que hoy en día llamamos ligante hidráulico, puesto que fragua y endurece bajo agua.

Este material, así como el conocimiento acerca del uso del mismo se difundió a todo el mundo romano para construir acueductos, fortalezas, puentes, termas, puertos etc. La enorme infraestructura construida por este imperio debía mantenerse y repararse, de éste modo las preocupaciones por hacer obras más durables que requieran la menor inversión económica para continuar su funcionamiento, fue igual que hoy, una preocupación constante.

En el caso particular de los canales elevados de agua, que hoy en día llámanos acueductos, debían ser estancos para minimizar las pérdidas del líquido que transportaban. Hoy existe evidencia que los recubrimientos interiores de estos canales elevados, se hacían en capas sucesivas de morteros cada vez más finos y su acabado final lo constituían estucos.

Para contribuir a la estanqueidad de estas estructuras se tiene noticia que se empleó en algunos casos leche, sangre, manteca de cerdo y hasta huevos. Independientemente de la efectividad de estos aditivos para cumplir en este caso

un papel impermeabilizante, vemos que son en extremo costosos y debieron usarse solo en casos muy específicos.

La mayoría de estas opciones casi culinarias, actuaban como incorporadores de aire y bloqueadores de poros. Estas prácticas sobrevivieron el pasar de los años y para finales del siglo XVIII aún se empleaban para ayudar a morteros de mampostería (en casos muy excepcionales) a no lavarse por acción del mar, como lo fue el caso de la fortaleza de San Felipe de Barajas en Cartagena.

La necesidad de modificar las propiedades de un ligante con base en cal, han sido siempre una constante durante la historia de la construcción. De esta forma el Coronel Treussart (1829) describe como usó agua hirviendo para apagar la cal debido a que afirmaba que la velocidad de endurecimiento del mortero se acortaba y se lograba al final un material más resistente.

La popularidad del concreto, así como los prefabricados del mismo, hechos con cemento Portland durante el último cuarto del siglo XIX y su extensa difusión durante el inicio del siglo XX, hizo que la industria química y de la construcción buscara soluciones para modificar las propiedades de este nuevo Opus Caementitium, de modo que el material se ajustara a las necesidades de los procesos constructivos y de las edificaciones. Es así como en la década de 1870 ya se identificaron compuestos que aceleran la hidratación y otros que la retardan. En el caso particular de los acelerantes se patentaron por primera vez en 1885 en Inglaterra.

Reductores de agua basados en ácidos carboxílicos hidroxilazos fueron patentados en Alemania en 1932 y luego en 1939 por Kaspar Winkler. Igualmente, uno de los trabajos iniciales sobre compuestos para controlar el fraguado y reducir la cantidad de agua en el concreto fue desarrollado en 1936 por Kennedy quien describió los efectos de dispersión de pastas de cemento Portland cuando empleó sales de ácido lignosulfonado. Si la década de 1930 corresponde al momento de nacimiento de los plastificantes, el final de los 70's vieron la salida al mercado y la construcción de los súper plastificantes. La más

notable de las fuentes iniciales sobre súper plastificantes corresponde a las memorias de dos simposios que tuvieron lugar en Canadá en 1978 y en 1981.

La investigación no ha cesado un solo día, al final del siglo XX tiene lugar en Japón como evolución del mercado de pinturas el origen de los súper plastificantes de ultra alto poder. Los policarboxilatos son moléculas que multiplican por más de 5 veces el tamaño de las moléculas originales de los súper plastificantes (naftalenos, vinilos y melaninas). Son el producto de un enorme esfuerzo de investigación y que superan en desempeño y hoy en costo (son más eficientes) la generación anterior de súper plastificantes. Los policarboxilatos resuelven viejos problemas asociados con la plasticidad del concreto y nos permiten correr los límites de reducción de agua y pasta hacia niveles que hace apenas unos años atrás ni siquiera soñábamos.

Sin duda la química y el trabajo de aquellos dedicados a la investigación molecular, seguirán dando sorpresas las próximas décadas, los usuarios del concreto y aquellos quienes diseñan el material, deben aprovechar las múltiples tecnologías hoy disponibles para hacer concretos más eficientes, de mayor desempeño y más sostenibles.

3. Justificación

La mayoría de aditivos en Nicaragua son exportados por empresas las cuales brindan soluciones a las necesidades de los constructores y fabricas que se dedican a la confección de derivados del concreto.

La mayor razón de este trabajo es la iniciativa de producir insumos propios para satisfacer las necesidades que tienen las industrias y empresas que se dedican a la construcción o elaboración de concreto o sus derivados. La empresa ASERQUIM es una pionera en este rubro a nivel nacional ya que ha confeccionado una serie de aditivos que pueden dar soluciones en gran medida a estas necesidades, por ende, se requiere realizar este estudio con un aditivo acelerante FR-2 y brindar así una prueba fehaciente de los efectos de este producto en la manufactura de adoquines y bloques de concreto.

Por otro lado, gracias a este estudio se puede conocer el comportamiento de propiedades mecánicas de las mezclas de concreto seco a diferentes edades al adicionarles este en estudio aditivo y compararlo con mezclas que no contengan aditivo.

4. Objetivos

General:

- Evaluar los efectos físico y mecánicos al agregar el aditivo FR-2 en la fabricación de adoquines y bloques de concretos elaborados en Ladrillera San Pablo, S.A.

Específicos:

- Comparar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines y bloques de concreto empleando aditivo y sin emplear aditivo FR-2.
- Determinar la variación de resistencia a la compresión a distintas edades en adoquines y bloques de concreto empleando aditivo y sin emplear aditivo.
- Determinar la variación de la resistencia a la flexo-tracción a distintas edades en adoquines de concreto empleando aditivo y sin emplear aditivo FR-2.
- Evaluar la variación de la resistencia a la compresión de los especímenes a distintas edades al aplicar una dosificación distinta a la proporcionada por el fabricante.
- Clasificar el aditivo FR-2 según el aumento de la resistencia a distintas edades tomando como base el espécimen sin aditivo de acuerdo a la norma para aditivos **ASTM C 494**.

5. Generalidades de los prefabricados de concreto.

5.1. Definición de prefabricados de concreto.

Los elementos prefabricados de concreto, como su nombre lo sugieren, son elementos de concretos fabricados con anterioridad a ejecución de las obras, de manera que durante la obra se colocan directamente, ahorrando tiempo y recursos. Hay una infinidad de usos y tipos de productos prefabricados que se pueden elaborar, desde cercos perimétricos hasta casas completas. Los beneficios más notables de este tipo de productos varían entre facilidad y velocidad de colocación, economía, estética, durabilidad, practicidad, entre otros, de acuerdo al tipo de prefabricados utilizados y a su uso.

- Usos y aplicaciones.

Los prefabricados de concreto son utilizados ampliamente en la construcción, desde viviendas de interés social a edificaciones comerciales e industriales.

Algunas de sus principales aplicaciones son:

- Muros simples o divisorios (paredes no soportarán ninguna carga).
- Muros estructurales.
- Muros de retención o de contención.
- Construcción de Lozas.
- Construcción de caminos pavimentados.
- Construcción Parqueos.
- Áreas peatonales.
- Obras de drenaje mayor o menor.
- Como elementos de decoración y paisajismo.

5.2. Materiales componentes de los prefabricados de concreto.

Dentro de los materiales que se mezclan para elaborar los prefabricados de concreto se tienen los siguientes:

- ✓ Agregados.
- ✓ Material cementante.
- ✓ Agua.
- ✓ Aditivos.

5.2.1. Agregados.

Como agregados para concreto pueden considerarse todos aquellos materiales que, teniendo una resistencia propia suficiente, no perturban ni afectan las propiedades y características del concreto y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento portland.

Los agregados de calidad deben de cumplir ciertos requerimientos para darles un uso ingenieril óptimo. Deben ser partículas limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y adherencia a la pasta del cemento.

Los agregados se pueden clasificar de muchas maneras las cuales pueden ser por su procedencia, peso específico, forma y textura, etc. Sin embargo, la más utilizada en el ramo de la industria de los prefabricados es según su tamaño, los cuales pueden ser:

- **Agregados gruesos:** Se comprende por partículas cuyo tamaño es superior a 4.76 mm (material retenido en el tamiz N°4).
- **Agregados finos:** Se comprende por partículas cuyo tamaño es inferior a 4.76 mm (material que pasa el tamiz N°4) y no menor de 0.074 mm o 74 μm (material retenido en el tamiz N°200)

5.2.2. Cemento.

Es un material que tiene propiedades tanto adhesivas como cohesivas, el cual necesita ser combinado con el agua ya que mediante reacciones químicas se transforma en un agente de enlace, que tiene la capacidad de aglutinar los agregados para formar una mezcla de concreto. Las propiedades adherencia y cohesión en los cementos dependen de su composición química, el grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad de fraguado, el calor de hidratación y la resistencia mecánica que es capaz de desarrollar.

5.2.3. Agua.

El agua como material dentro del concreto es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que éstas desarrollen sus propiedades aglutinantes, razón por cual asume un rol importantísimo en el desempeño del concreto endurecido. Además de influenciar directamente la resistencia del concreto por inferir en la relación agua/ cemento, también influye en las características de durabilidad del concreto. Un concreto fabricado con una alta cantidad de agua será más poroso, menos denso, más susceptible a los problemas de contracción térmica y por secado, presenta una limitada resistencia ante los efectos adversos de los ciclos ambientales de humedecimiento-secado y congelamiento descongelamiento.

Por lo general, basta con que el agua sea potable para utilizarse en el concreto; sin embargo, en algunos casos es necesario realizar un análisis completo a la calidad del agua. Se debe prestar especial atención a aguas con altas concentraciones de cloruros y sulfatos porque pueden atacar tanto el acero de refuerzo como al concreto mismo.

5.2.4. Aditivos.

Los aditivos son aquellos ingredientes del concreto que, además del cemento portland, el agua y los agregados, se adicionan a la mezcla para modificar o mejorar ciertas propiedades del concreto, para su correcta adecuación a las características o necesidades de la obra y/o del constructor.

Las razones principales para el uso de aditivos son:

- ✚ Reducción del costo de la construcción de concreto.
- ✚ Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que otras.
- ✚ Mantenimiento de la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colado (colocación) y curado en condiciones de clima adverso.
- ✚ Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado.

5.2.5. Efectos de los aditivos en el concreto.

5.2.5.1. En estado fresco:

1. Aumentar la trabajabilidad sin incrementar el contenido de agua, o bien disminuir el contenido de agua con la misma trabajabilidad.
2. Retrasar o acelerar el proceso de fraguado.
3. Reducir o prevenir el asentamiento, o crear una ligera expansión.
4. Modificar la rapidez o la capacidad del sangrado.
5. Reducir la segregación.
6. Mejorar la aptitud para el bombeo.
7. Reducir la rapidez en la pérdida del revenimiento.

5.2.5.2. En estado endurecido:

1. Retrasar o reducir la evolución de calor durante el endurecimiento inicial.
2. Acelerar la evolución del desarrollo de la resistencia a edades tempranas.
3. Incrementar la resistencia (a compresión, tensión o flexión, impacto y abrasión).
4. Aumentar la resistencia a las condiciones de exposición severas, que incluyen la aplicación de sales del deshielo.
5. Disminuir la permeabilidad del concreto a los líquidos.
6. Controlar la expansión causada por la reacción de álcalis con ciertos agregados.
7. Mejorar la adherencia entre el concreto y el acero.

6. Propiedades físicas y mecánicas de los materiales componentes de los bloques y adoquines de concreto según las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses.

A continuación, se detallan en la tabla 1, las propiedades físicas y mecánicas que deben poseer los materiales para la elaboración de bloques y adoquines de concreto según **NTON 12 008 09** y **NTOM 12 009 10** respectivamente.

Tabla 1. Requerimientos que deben cumplir los materiales componentes de los bloques y adoquines de concreto

| Material | Requerimiento para Bloque de concreto según (NTON 12 008-09) | Requerimiento para Adoquín de concreto según (NTON 12 00-10) |
|------------------------|---|---|
| Agregado grueso | ASTM C 33 | ASTM C 33 |
| Agregado fino | ASTM C 33 | ASTM C 33 |
| Cemento | ASTM C 1157 | ASTM C 1157 |
| agua | ASTM C 1602 | ASTM C 94 |
| Aditivo | ASTM C 494 | ASTM C 494 |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense.

6.1. Agregado grueso.

6.1.1. Grava.

Las gravas consisten en una combinación de piedras cuya procedencia puede ser de cantos rodados o de la trituración de la roca. Algunos depósitos naturales de agregado, llamados de gravas de mina, consisten en grava y arena que se pueden usar inmediatamente en el concreto, después de un procesamiento mínimo, las gravas están compuestas principalmente de rocas de caliza, granito dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita.

6.2. Agregado fino.

6.2.1. Arena.

La arena es un conjunto de fragmentos sueltos o minerales, extraídas de los ríos, lagos, depósitos volcánicos o piedra triturada (partida, machacada, pedrejón arena de trituración); compuesta principalmente de materiales silicios.

Los agregados deben cumplir con:

- 1) Límites granulométricos establecidos por la ASTM C 33 para agregados gruesos y finos, ver tabla 2 y tabla 3 en la página 14.

Tabla 2. Límites granulométricos agregados gruesos ASTM C 33.

| Tamaño Nominal | Valores más finos que las mallas de laboratorio, porcentaje que pasa | | | | | | | | |
|----------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|--------|
| | 2" | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 1/2" | 3/8" | No.4 | No.8 | No. 16 |
| 1 1/2" a No. 4 | 100 | 90 a 100 | -- | 35 a 70 | -- | 10 a 30 | 0 a 5 | | |
| 1" a No. 4 | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 3/4" a No. 4 | | | | 90 a 100 | -- | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 1/2" a No. 4 | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | |
| 3/8" No. 4 | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |

Fuente: Especificaciones estándares agregados para concreto ASTM C 33.

Tabla 3. Límites granulométricos agregados finos ASTM C 33.

| Malla N° | | Límite Inferior % | Límite Superior % |
|----------|------------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | 9.51 mm | 100.00 | 100.00 |
| N°4 | 4.76 mm | 95.00 | 100.00 |
| N°8 | 2.38 mm | 80.00 | 100.00 |
| N°16 | 1.19 mm | 50.00 | 85.00 |
| N°30 | 595 micras | 25.00 | 60.00 |
| N°50 | 297 micras | 10.00 | 30.00 |
| N°100 | 149 micras | 2.00 | 10.00 |
| N°200 | 74 micras | 0.00 | 0.00 |

Fuente: Especificaciones estándares agregados para concreto ASTM C 33.

- Otros requisitos de la **ASTM C 33**, son:
 1. El agregado fino no debe contener más del 45% de material retenido entre cualquiera de dos tamices normalizados consecutivos.
 2. El módulo de finura debe ser mayor que 2.3 y menor que 3.1.

6.3. Cemento.

En los años 90 se crearon las especificaciones de desempeño para los cementos hidráulicos – **ASTM C 1157**, (Performance Specification for Hydraulic Cements). Esta especificación se indica genéricamente para los cementos hidráulicos que incluyen cemento portland, cemento portland modificado y cemento hidráulico mezclado. Los cementos en acuerdo con los requisitos de la C 1157 satisfacen a los requisitos de ensayos (pruebas) de desempeño físico, oponiéndose a restricciones de ingredientes o de composición química del cemento, las cuales se pueden encontrar en otras especificaciones. La ASTM C 1157 presenta seis tipos de cementos hidráulicos:

- ❖ Tipo GU Uso general.
- ❖ Tipo HE Alta resistencia inicial.

- ❖ Tipo MS Moderada resistencia a los sulfatos.
- ❖ Tipo HS Alta resistencia a los sulfatos.
- ❖ Tipo MH Moderado calor de hidratación
- ❖ Tipo LH Bajo calor de hidratación

6.4. Agua.

Tal y como se mencionó en el capítulo 1, el agua debe de ser potable y no presentar fuerte sabor u olor para utilizarse en el concreto, razón por la cual, el agua utilizada en la ladrillera San Pablo S.A. corresponde a requerimientos según la norma **ASTM C1602**, que permite el uso de agua potable sin practicarle ensayos e incluye métodos para calificar las fuentes de agua no potable, como aquellas de operaciones de producción del concreto, considerando los efectos en el tiempo de fraguado y la resistencia.

6.5. Aditivos según la norma ASTM C 494:

6.5.1. Reductor de agua o Tipo A:

Los aditivos reductores de agua se usan para disminuir la cantidad de agua de mezcla necesaria para la producción de un concreto con un revenimiento (asentamiento) específico, para reducir la relación agua-cemento, para disminuir el contenido de cemento y para aumentar el revenimiento. Los reductores de agua típicos disminuyen el contenido de agua aproximadamente del 5% al 10%.

6.5.2. Retardante o Tipo B:

Aquellos que retrasan el tiempo de fraguado (principio y final) del cemento, que se encuentra en el concreto, mortero o pasta.

6.5.3. Acelerante o Tipo C:

Es aquel aditivo cuya función principal es reducir o adelantar el tiempo de fraguado del cemento (principio y final), que se encuentra en el concreto, mortero o pasta.

6.5.4. Reductor de agua y retardante o Tipo D:

Realiza una acción fisicoquímica con el cemento, favoreciendo la hidratación de las partículas de este, reduciendo el agua de la mezcla y plastificando la masa del concreto o mortero. El uso del aditivo reductor de agua y retardante, provee al concreto de una plasticidad y fluidez adecuada, mejorando las características del concreto tanto en estado plástico como endurecido.

6.5.5. Reductor de agua y acelerante o Tipo E:

Resulta de la combinación de compuestos acelerantes y reductores de agua. Mejora las propiedades plásticas y de endurecimiento del concreto, tales como la trabajabilidad y resistencia a la compresión.

6.5.6. Reductor de agua de alto rango o tipo F y Reductor de agua de alto rango y retardante o tipo G:

Los aditivos reductores de agua de alto rango se pueden usar para conferir al concreto las mismas propiedades obtenidas por los aditivos reductores de agua normales, pero con mayor eficiencia. En la norma ASTM C-494, corresponden a los Tipos F (reductores de agua) y G (reductor de agua y retardador de fraguado). Estos aditivos pueden reducir grandemente la demanda de agua y el contenido de cemento y pueden producir concretos con baja relación agua-cemento, alta resistencia y trabajabilidad normal o alta. Esta reducción de la demanda de agua está entre el 12% y 30%.

6.5.7. Aditivo FR2:

El aditivo FR2 es una emulsión concentrada, incolora, con un olor específico, cuya composición química se manejó de carácter clasificado, por lo tanto, con el empleo del aditivo en estudio se pretende solamente, conocer la variación en la propiedades de los bloques y adoquines y así clasificar el aditivo de acuerdo a su función dentro de la mezcla de concreto.

Los aditivos deben cumplir con la norma **ASTM C 494**, la cual establece una serie de requisitos físicos que el aditivo debe de cumplir, definidos en la tabla 4 (ver página 17).

Tabla 4. Requisitos físicos ASTM C 494

| | Tipo A Reductor de Agua | Tipo B Retardante | Tipo C Acelerante | Tipo D Reductor de Agua y Retardante | Tipo E Reductor de Agua y Acelerante | Tipo F Reductor de Agua de Alto Rango | Tipo G Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante |
|--|-------------------------------------|----------------------|----------------------|---|---|---|---|
| Contenido de agua, máx., % de control | 95 | - | - | 95 | 95 | 88 | 88 |
| Tiempo de ajuste, control de desviación permitida, h:min: | | | | | | | |
| Inicial: Al menos | - | 1:00 después | 1:00 antes | 3:30 después | 1:00 antes | - | 1:00 después |
| No más de | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después | 3:30 antes | 3:30 después | 3:30 antes | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después |
| Final: Al menos | - | - | 1:00 antes | - | 1:00 antes | - | - |
| No más de | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después | - | 3:30 después | - | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después |
| Resistencia a la compresión, min, % de control: | | | | | | | |
| 1 día | - | - | - | - | - | 140 | 125 |
| 3 días | 110 | 90 | 125 | 110 | 125 | 125 | 125 |
| 7 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 115 | 115 |
| 28 días | 110 | 90 | 100 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Resistencia a la flexión, mín., % de control: | | | | | | | |
| 3 días | 100 | 90 | 110 | 100 | 110 | 110 | 110 |
| 7 días | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 28 días | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 |

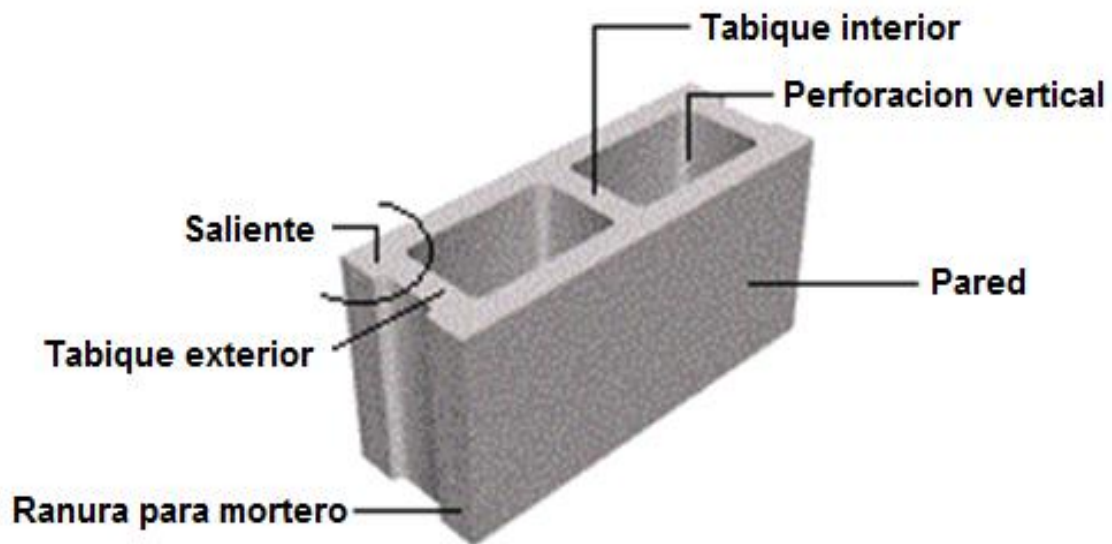
Fuente: Especificaciones estándares aditivos para concreto ASTM C 494.

7. Prefabricados de concreto (bloques y adoquines).

7.1. Bloques de concreto.

Es un cuerpo prismático sólido o con huecos, utilizado para conformar la mampostería, fabricados de cemento Portland o Modificado, agua y agregados minerales con o sin la inclusión de otros materiales. (Ver figura la de abajo).

Figura 1. Partes de un bloque de concreto.



Nota: Esta figura es para un elemento hueco. Fuente: Prefabricados de concreto, características y usos.

7.1.1. Requisitos de dimensiones de los bloques.

Según la NTON 12 008-09, las dimensiones nominales y reales de los bloques son los establecidos en la tabla 5 (ver página 19), tomando en cuenta que ninguna de las dimensiones reales (ancho, alto y largo) podrán diferir por más o menos de 3 mm de las dimensiones reales especificadas. En la norma antes mencionada, también se especifican requisitos de absorción y densidad, sin embargo, por problemas ajenos a este trabajo monográfico, estos ensayos no se pudieron realizar en el laboratorio del MTI.

Tabla 5. Dimensiones nominales y reales de los bloques.

| Tipo de Bloque | Largo Nominal cm | Largo Real cm | Ancho Nominal cm | Ancho Real cm | Alto Nominal cm | Ancho Real cm |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| BE-1 de 10 cm | 40 | 39 | 10 | 10 | 20 | 19 |
| BE-1 de 15 cm | 40 | 39 | 15 | 15 | 20 | 19 |
| BE-1 de 20 cm | 40 | 39 | 20 | 20 | 20 | 19 |
| BE-1 de 25 cm | 40 | 39 | 25 | 25 | 20 | 19 |
| BE-1 de 30 cm | 40 | 39 | 30 | 30 | 20 | 19 |
| BE-2 de 10 cm | 40 | 39 | 10 | 10 | 20 | 19 |
| BE-2 de 15 cm | 40 | 39 | 15 | 15 | 20 | 19 |
| BE-2 de 20 cm | 40 | 39 | 20 | 20 | 20 | 19 |
| BE-2 de 25 cm | 40 | 39 | 25 | 20 | 20 | 19 |
| BE-2 de 30 cm | 40 | 39 | 30 | 20 | 20 | 19 |
| BNE de 10 cm | 40 | 39 | 10 | 10 | 20 | 19 |
| BNE de 15 cm | 40 | 39 | 15 | 15 | 20 | 19 |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense NTON 12 008-09.

7.1.2. Tipos de bloques.

- **Bloques Huecos:** Son los que presentan en su sección más desfavorable un área neta por lo menos del 50% del área bruta y el espesor de sus paredes sea cuando menos igual a 2.5 cm.
- **Bloques sólidos:** Son los que presentan en su sección más desfavorable un área neta por lo menos del 75 % del área bruta y el espesor de sus paredes sea cuando menos igual a 2.5 cm.

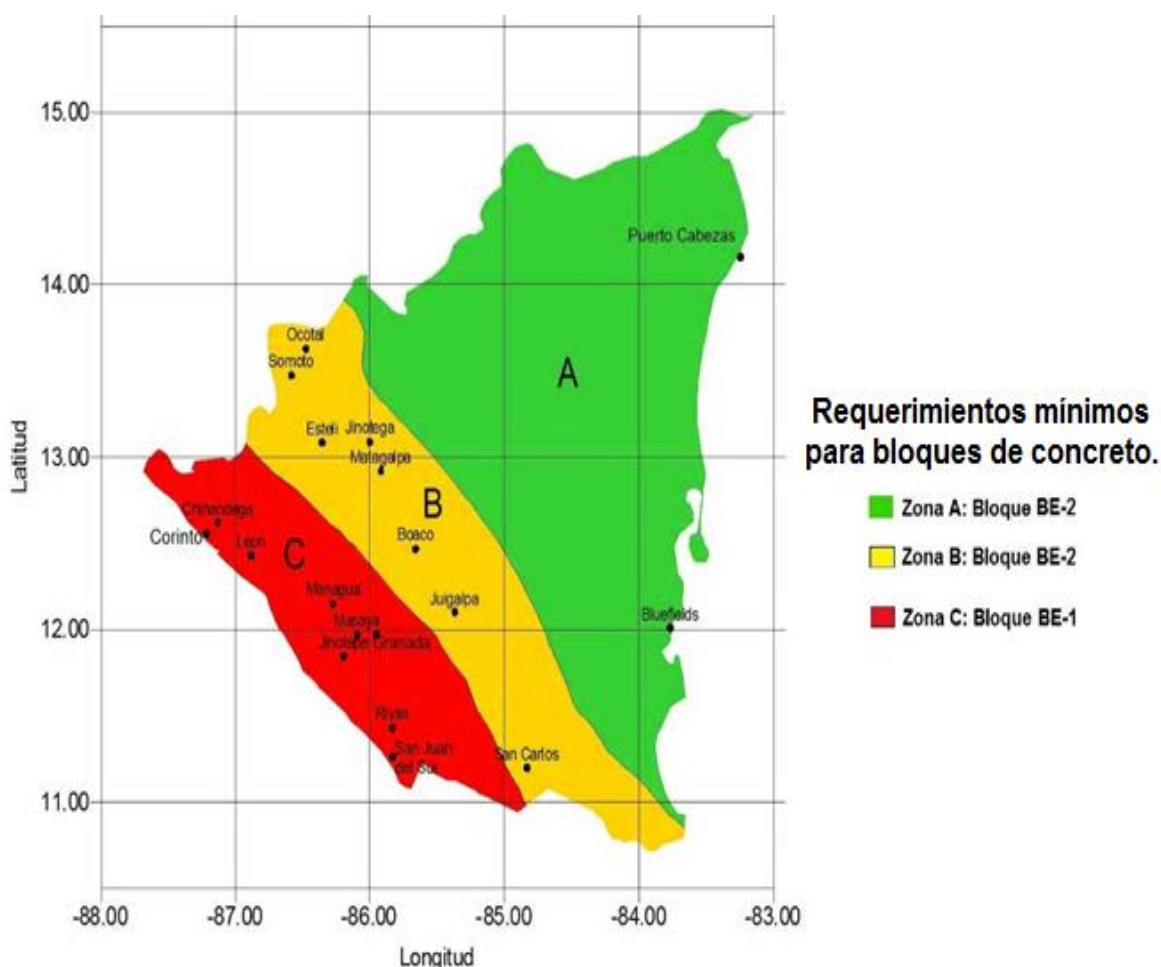
7.1.3. Clasificación de los bloques de concreto en Nicaragua.¹

- **Bloque Estructural 1 (BE – 1):** Bloque hueco o sólido con características tales que permiten su uso para los sistemas constructivos de mampostería confinada y reforzada, con una resistencia de compresión mínima de 12.19 MPa (1 765 psi) con respecto al área neta y a utilizarse en la zona sísmica C, ver figura 2 de la página 20.

¹ Instituto Nicaragüenses del Cemento y del Concreto/Boletín Técnico/abril 2012/Número 33
Normas Técnicas sobre Bloques de Concreto Pág. 2

- **Bloque Estructural 2 (BE – 2):** Bloque hueco o solido con características tales que permiten su uso para los sistemas constructivos de mampostería confinada y reforzada, con una resistencia de compresión mínima de 7.51 MPa (1 090 psi) con respecto al área neta y a utilizarse en las zonas sísmicas A y B, ver figura 2.

Figura 2. Uso de los bloques según NTON 12 008-09, en las distintas zonas sísmicas del país.



Nota: En la figura, se detallan el tipo de bloque que se requiere como mínimo para las construcciones en las 3 distintas zonas sísmicas de Nicaragua, según el Reglamento Nacional de la Construcción de Nicaragua (RNC) Título II, Pág. 21

Fuente: Reglamento Nacional de la Construcción (RNC).

- **Bloque No Estructural (BNE):** Bloque hueco o solido que se utiliza en la construcción de elementos no estructurales, con una resistencia de compresión mínima de 5.04 Mpa (732 psi) respecto al área neta.
- **Bloque Especial:** Bloque sólido o hueco estructural que se utiliza para condiciones especiales y que debe de cumplir con requerimientos de dimensiones, resistencia y absorción aprobados por el MTI.

7.1.4. Resistencia mecánica.

La propiedad más conocida del concreto es sin duda alguna su resistencia. De hecho, es la propiedad a la cual se hace referencia la mayoría de las veces para determinar la aceptación o rechazo de una mezcla de concreto.

Esto se debe a dos razones principales:

- 1) La resistencia del concreto brinda información directa de su capacidad de resistir cargas en aplicaciones estructurales, ya sea que los elementos estén sometidos a tensión, compresión, cortante o cualquier combinación de estas solicitaciones.
- 2) La segunda, las pruebas de resistencia en el concreto son relativamente fáciles de ejecutar y su aplicación tiene una amplia aceptación dentro de la práctica ingenieril.

7.1.4.1. Resistencia a la Compresión.

Los requisitos mecánicos de los bloques de concreto se definen en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense **NTON 12 008-09**.

Para establecer la calidad de los prefabricados de concreto, debe determinarse la resistencia a la compresión, los procedimientos se siguen según lo establecido en la norma **ASTM C140**.

La tabla 6 (ver página 22), muestra los requisitos mínimos de resistencia a la compresión a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de prefabricados de concreto.

Tabla 6. Valores mínimos de resistencia a la compresión de bloques de concreto, según NTON 12 008-09.

| Tipo | Resistencia mínima a la compresión promedio de tres piezas | Resistencia mínima a la compresión para una pieza individual MPA (PSI) |
|--------------------|---|---|
| Bloque BE-1 | 13.65 Mpa (1,980 psi) | 12.19 Mpa (1,765 psi) |
| Bloque BE-2 | 8.41 Mpa (1,220 psi) | 7.51 Mpa (1,090 psi) |
| Bloque BNE | 5.65 Mpa (820 psi) | 5.04 Mpa (732 psi) |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense NTON 12 008-09.

7.1.5. Criterios de aceptación o rechazo.

El lote de bloques se aceptará siempre y cuando cumpla con lo establecido en la tabla 5 de la página 19, requisitos Mecánicos de los bloques de concreto. Si el promedio y el resultado individual de resistencia a la compresión son menores que el especificado en la norma vigente, se volverán a realizar los ensayos para determinar sus propiedades mecánicas. “En el caso de resultar menor que lo requerido, el lote será reclasificado según los resultados obtenidos en un tipo de bloque menor, es decir si el lote muestreado es de bloques estructurales tipo BE-1, y la resistencia promedio obtenida corresponde a bloques estructurales tipo BE-2, debe reclasificarse y remarcarse.” (NTON 12 008 09)

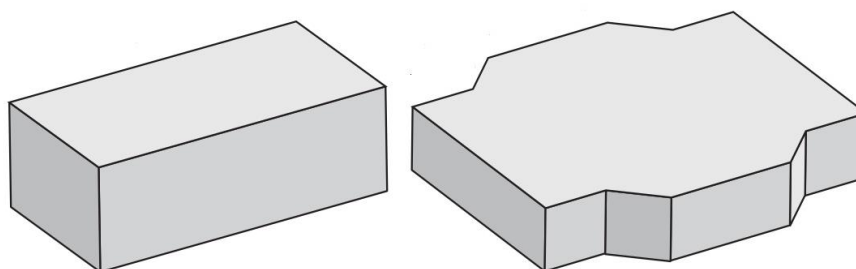
En el caso de bloques no estructurales BNE, si la resistencia es menor que los requisitos mecánicos especificados en la norma, el lote será rechazado.

La norma NTON 12 008 09, también evalúa otras propiedades físicas de los especímenes tales como: dimensiones, espesores, absorción y densidad, sin embargo, estos criterios no influyen en la aceptación o rechazo de un lote de bloques de concreto.

7.2. Adoquines de concreto.

Elemento de concreto, prefabricado, con la forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas como componente de un pavimento articulado (ver figura 3, en la página 23).

Figura 3. Esquema de adoquín de concreto.



Adoquin de concreto

Fuente: Prefabricados de concreto, características y usos.

7.2.1. Requisitos de dimensiones de los adoquines de concreto.

Según la NTON 12 009-10, las dimensiones nominales y reales de los adoquines son los establecidos en la tabla 7, tomando en cuenta que, ninguna de las dimensiones reales de espesor no podrán diferir por más o menos de 3 mm de los espesores especificados y que las dimensiones reales (alto y largo) no podrán diferir por más o menos de 2 mm de las dimensiones especificadas. En la norma antes mencionada, también se especifican requisitos de absorción y densidad, sin embargo, por problemas ajenos a este trabajo monográfico, estos ensayos no se pudieron realizar en el laboratorio del MTI.

Tabla 7. Dimensiones de los adoquines.

| Espesor mínimo (mm) | Longitud nominal (mm) | Ancho nominal (mm) |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 60 ó 65 | 250-50 | 250-50 |
| 80 | 250-50 | 250-50 |
| 100 | 250-50 | 250-50 |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense NTON 12 009-10.

7.2.2. Clasificación de los adoquines de concreto en Nicaragua².

- **Adoquín tipo 1:** Es el adoquín que se utiliza como superficie de rodamiento en caminos, carreteras, calles y estacionamiento de todo tipo de vehículos, con un espesor mínimo de 8 cm.

² Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses para Adoquines de Concreto (NTON 009-10) Pág. 4

- **Adoquín tipo 2:** Es el adoquín que se utiliza como superficie en andenes peatonales y ciclovías.
- **Adoquín especial:** Es el adoquín que se utiliza para casos especiales según requerimientos de diseño y aprobados por el MTI.

7.2.3. Propiedades Mecánicas:

La investigación de la resistencia del concreto tiene como objetivo determinar los efectos que se generan sobre la resistencia del concreto, la variación, inclusión y proporcionamiento de diferentes materiales dentro de la mezcla a ser ensayada. Asimismo, en este nivel pueden incluirse diferentes correlaciones para obtener valores de referencia cuando se requiere conocer otras características del concreto a partir de su resistencia.

7.2.3.1. Resistencia a la flexo-tracción.

De gran significado en la evaluación de la resistencia a la tensión diagonal de la mampostería es la resistencia máxima a la tensión de sus unidades. La información actual indica que la resistencia última a la tensión de unidades de mampostería de concreto se encuentra entre un rango de 50 y 200 psi. El Reglamento Nacional de Construcción dice lo siguiente: “todas las piezas de mampostería deberán tener una resistencia mínima a la tensión de 9 kg/cm²”.

En la tabla 8, muestran los requisitos mínimos de resistencia a la flexo-tracción a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de adoquines de concreto para Nicaragua+.

Tabla 8. Valores mínimos de resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto, según NTON 12 009-10.

| Tipo de Adoquín | Resistencia Mínima a la flexo-tracción promedio MPa (kg/cm ²) | Resistencia Mínima a la flexo-tracción para una muestra MPa (kg/cm ²) |
|-------------------------|---|---|
| Adoquín Tipo 1 | 5.00 (50.98) | 4.20 (42.83) |
| Adoquín Tipo 2 | 4.25 (43.33) | 3.57 (36.42) |
| Adoquín Especial | X | x |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense NTON 12 009-10.

7.2.3.2. Resistencia a la Compresión.

Para establecer la calidad de los prefabricados de concreto, debe determinarse la resistencia a la compresión, los procedimientos se siguen según lo establecido en la norma ASTM C140.

La tabla 9, muestra los requisitos mínimos de resistencia a la compresión a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de prefabricados de concreto.

Tabla 9. Valores mínimos de resistencia a la compresión de adoquines de concreto, según NTON 12 009-10.

| Tipo de Adoquín | Resistencia Mínima a la compresión promedio MPa (kg/cm ²) | Resistencia Mínima a la compresión para una muestra MPa (kg/cm ²) |
|------------------|---|---|
| Adoquín Tipo 1 | 24.22 (247) | 21.80 (222) |
| Adoquín Tipo 2 | 20.60 (210) | 18.54 (189) |
| Adoquín Especial | X | x |

Fuente: Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense NTON 12 009-10.

7.2.3.3. Criterios de aceptación o rechazo.

El lote de adoquines se aceptará siempre y cuando cumpla con los requisitos de las tablas 8 y 9 requisitos mecánicos de los adoquines de concreto.

8. Metodología.

Para la elaboración de los bloques y adoquines de concreto, los cuales se fabricaron en la ladrillera San Pablo S.A., se contó con el diseño de mezcla de concreto de dicha empresa, por lo tanto, no fue necesario diseñar una mezcla de concreto para la producción de los elementos en estudio.

Los prefabricados de concreto utilizados en esta investigación monográfica se elaboraron según los procedimientos descritos en el Anexo A-2 (ver Pág. VIII).

Para efectos de investigación de este documento, se realizaron pruebas de laboratorios de los materiales componentes de los prefabricados de concreto cuyos procedimientos se describen en el Anexo A-1, según las normas ASTM (ver Pág. II), de igual manera se presentan en este anexo, los procedimientos de los ensayos de laboratorio realizados en los bloques y adoquines según las NTON correspondientes para evaluar el efecto del aditivo FR2 en las propiedades mecánicas de dichos elementos.

9. Resultados y análisis de resultados.

9.1. Propiedades de los agregados.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados, tanto gruesos como finos. La grava y el material cero corresponde al material proveniente del complejo industrial AGRENIC, localizado en el km 14 carretera a Masaya (Nindirí), por lo que se les llamó grava AGRENIC y material cero respectivamente. Para el caso de la arena, esta proviene del cerro Motastepe ubicado en la ciudad de Managua, por lo que se le llamó Arena Motastepe.

Los agregados fueron tomados de las fuentes antes indicadas y llevados al laboratorio de materiales del Ministerio de transporte e infraestructura (MTI), ubicado en la ciudad de Managua, donde se realizaron las pruebas correspondientes a cada agregado, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas ASTM, pruebas tendientes a determinar la aceptación de los agregados para el empleo en la fabricación de prefabricados de concreto según los requerimientos exigidos por las Normas Técnicas Obligatorias de Nicaragua vigentes, y analizar qué efecto tiene el uso de aditivo FR2 en la fabricación de dichos elementos. Todos los resultados de esta investigación monográfica se presentan detallados en los Anexos (a partir de la página XIII).

9.1.1. Agregado grueso.

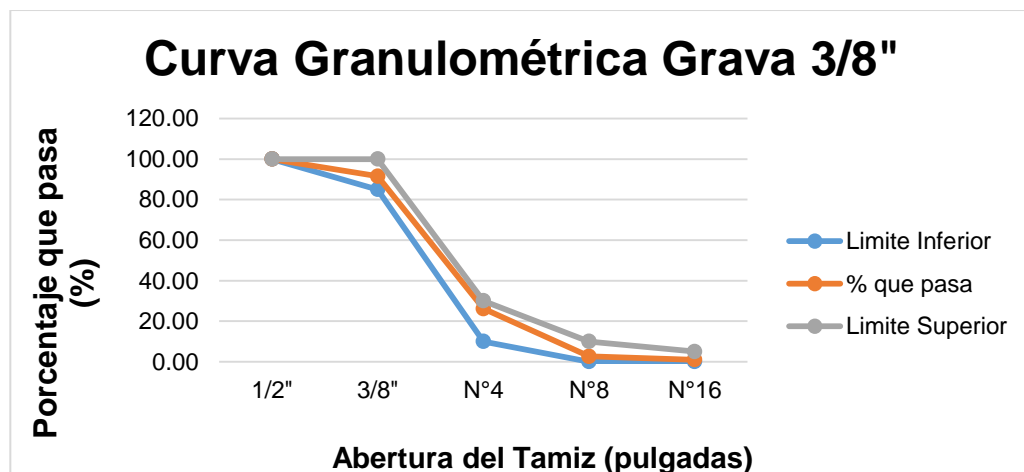
En la tabla 10, se presentan los datos de la granulometría para el agregado grueso, el cual se compara con la norma vigente para agregados de peso normal norma ASTM C136. Para una mayor interpretación de los datos, en la gráfica 1 se muestran los resultados obtenidos, los cuales se comparan con los parámetros establecidos por la norma ASTM C33.

Tabla 10. Granulometría agregado grueso AGRENIC.

| Malla N° | Abertura en mm | Peso Retenido (gr) | % Retenido | | % que pasa | Norma ASTM C33 |
|--|----------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------------|
| | | | Parcial | Acumulado | | |
| 1/2" | 12.7 | 0.00 | 0 | 0 | 100 | 100.00 - 100.00 |
| 3/8" | 9.525 | 111.70 | 08.42 | 08.42 | 91.58 | 85.00 - 100.00 |
| N°4 | 4.76 | 867.30 | 65.39 | 73.81 | 26.19 | 10.00 - 30.00 |
| N°8 | 2.36 | 312.50 | 23.56 | 97.37 | 02.63 | 00.00 - 10.00 |
| N°16 | 1.18 | 21.80 | 01.64 | 99.01 | 00.99 | 0.00 - 05.00 |
| Peso total retenido. | | 1313.30 | 00.99 | 100.00 | 00.00 | |
| Material más fino que el tamiz N° 200. | | 13.10 | | | | |
| Σ | | 1326.40 | | | | |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Gráfica 1. Análisis granulométrico agregado grueso AGRENIC.



Gráfica: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 10 y en la gráfica 1 (ver página 27), el agregado grueso AGRENIC cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos en la norma ASTM C 33, en el que se clasifica como agregado de tamaño 9.5 mm a 4,75 mm (3/8" a N° 4). A partir de la tabla 10, se deduce que el tamaño máximo (TM) del agregado es 1/2" y el tamaño máximo nominal (TMN) es 3/8" ya que en este tamiz se encuentra retenido entre el 5 al 10% del material, que para este caso es de un 8.42 %.

De la gráfica 1(ver página 27), se puede apreciar que el agregado tiende a acercarse más al rango del límite superior, lo que significa que el agregado es de una tendencia un poco fina, a excepción de los tamices 2.36 mm (N° 8) y 1.18 mm (N° 16) en la granulometría de agregado de peso normal, aquí el agregado se acerca más al límite inferior, por lo que en este punto el material es más grueso. Se puede notar también que las curvas son suaves.

Por sus características propias, la grava AGRENIC presenta una gravedad específica de entre 2.4 - 2.9 y un porcentaje de absorción de 1.2 % (datos de la tabla A-2.2 ANEXO A-2 en la pág. XIV de los anexos, este, se puede clasificar como un agregado de peso normal y según el porcentaje de absorción que presenta; significa que, para un metro cúbico de agregado en una mezcla de concreto, se requiere 12 kg más de agua adicional al agua de mezcla.

Así mismo, la forma irregular del agregado, puede ayudar a la adherencia de la pasta del concreto y colaborar con la resistencia del concreto preparado. En la tabla A-2.1. ANEXO A.2 en la pág. XIV de los anexos, se puede observar que el porcentaje de abrasión es de un 25 %, contra un 50% que establece la norma ASTM C 131, lo que significa que la grava en estudio posee una alta resistencia a la abrasión; de igual manera se aprecia que los resultados de los pesos unitarios estuvieron dentro de los parámetros usados en un concreto de peso normal el cual varía aproximadamente entre 1200 y 1760 Kg/m³.

9.1.2. Agregado fino.

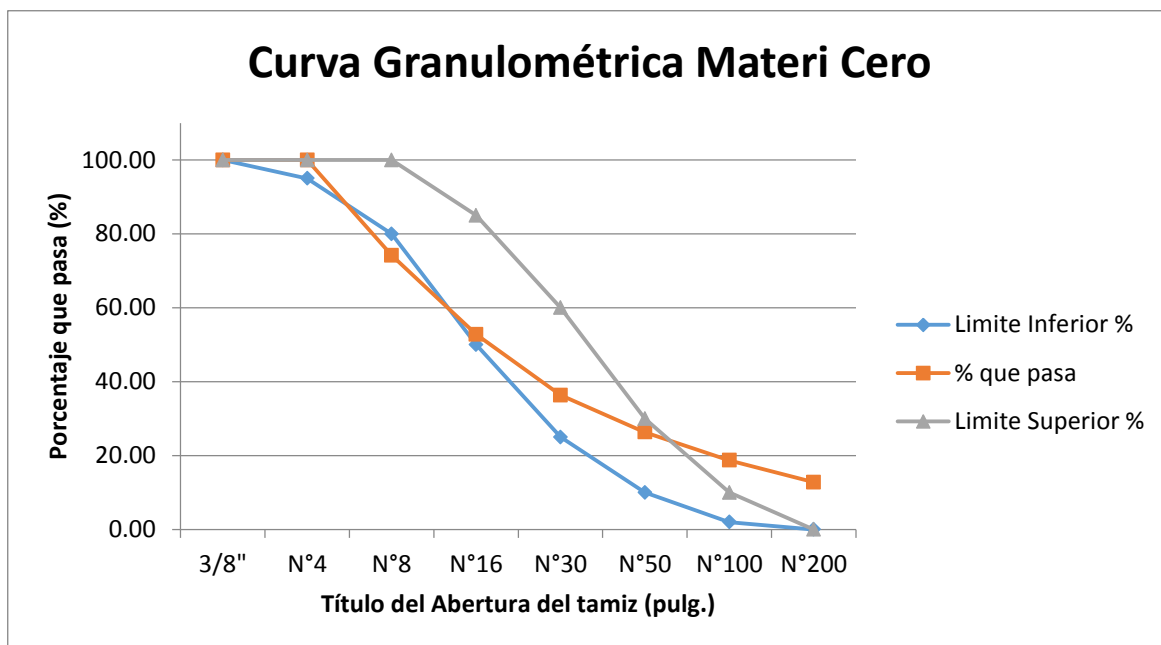
En las tablas 11 y 12 (ver página 31) se aprecian los datos de la granulometría tanto para el material cero AGRENIC como para la arena Motastepe, pruebas realizadas siguiendo los lineamientos estipulados en el ASTM C 136. Para mayor claridad en los datos, en las gráficas 2 y 3 (ver páginas 30 y 31 respectivamente) se muestran los resultados obtenidos, los cuales se comparan con los parámetros establecidos por la norma ASTM C33.

Tabla 11. Granulometría agregado fino AGRENIC (material cero).

| | | | % Retenido | | | |
|--|----------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------------|
| Malla N° | Abertura en mm | Peso Retenido (gr) | Parcial | Acumulado | % que pasa | Norma ASTM C33 |
| 3/8" | 9.525 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.00 - 100.00 |
| N°4 | 4.76 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95.00 - 100.00 |
| N°8 | 2.36 | 129.2 | 25.84 | 25.84 | 74.16 | 80.00 - 100.00 |
| N°16 | 1.18 | 106.9 | 21.38 | 47.22 | 52.78 | 50.00 - 85.00 |
| N°30 | 0.6 | 82.2 | 16.44 | 63.66 | 36.34 | 25.00 - 60.00 |
| N°50 | 0.3 | 50.0 | 10.00 | 73.66 | 26.34 | 10.00 - 30.00 |
| N°100 | 0.15 | 38.2 | 7.64 | 81.30 | 18.70 | 2.00 - 10.00 |
| N°200 | 0.075 | 29.7 | 5.94 | 87.24 | 12.76 | 0.00 - 0.00 |
| Peso total retenido. | | 436.2 | 12.76 | 100.00 | 0.00 | |
| Material más fino que el tamiz N° 200. | | 63.8 | | | | |
| Σ | | 500.0 | | | | |
| MF | | 2.92 | | | | |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Gráfica 2. Análisis granulométrico agregado fino AGRENIC.



Gráfica: EXCEL, **Autor:** Elaboración propia.

En la tabla 11 (ver página 29), se presentan los resultados del análisis granulométrico para el material cero, los cuales indican que este material no se ajusta a la norma ASTM C 33. En la tabla citada se puede observar que el valor del módulo de finura corresponde a 2.92, según estos datos está dentro del parámetro establecido en la norma, que debe estar en el rango de 2.3 a 3.1, por lo que este material se clasifica como un agregado ligeramente grueso, también es importante mencionar que este agregado no contiene más del 45 % de material retenido entre cualquiera de dos tamices normalizados consecutivos.

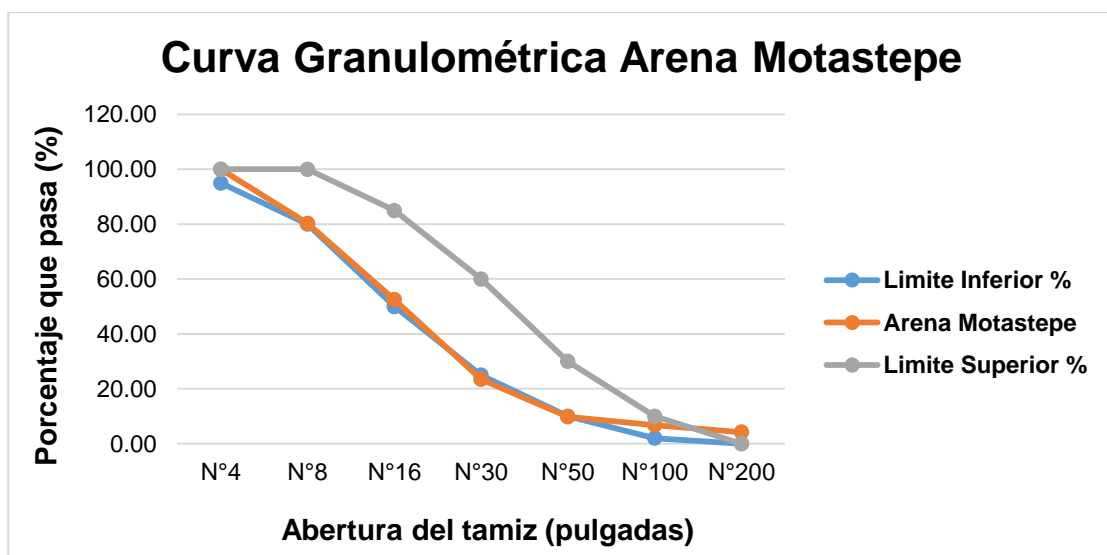
De la gráfica 2, se puede apreciar que el agregado tiende a acercarse más al rango del límite inferior, y solo cumple con los parámetros en los tamices comprendidos entre el N° 16 y el N° 50, lo que significa que el agregado es de una tendencia un poco gruesa, a excepción de los tamices N° 100 y N° 200 en la granulometría del agregado, aquí el agregado se acerca más al límite superior, por lo que en este punto el material es más fino.

Tabla 12. Granulometría agregado fino Motastepe.

| Malla N° | Abertura en mm | Peso Retenido (gr) | % Retenido | | % que pasa | Norma ASTM C33 |
|--|----------------|--------------------|------------|-----------|------------|----------------|
| | | | Parcial | Acumulado | | |
| 3/8" | 9.525 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100.00 -100.00 |
| N°4 | 4.76 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95.00 - 100.00 |
| N°8 | 2.36 | 98.3 | 19.66 | 19.66 | 80.34 | 80.00 - 100.00 |
| N°16 | 1.18 | 139.2 | 27.84 | 47.50 | 52.50 | 50.00 - 85.00 |
| N°30 | 0.6 | 145.1 | 29.02 | 76.52 | 23.48 | 25.00 - 60.00 |
| N°50 | 0.3 | 68.4 | 13.68 | 90.20 | 9.80 | 10.00 - 30.00 |
| N°100 | 0.15 | 15.2 | 3.04 | 93.24 | 6.76 | 2.00 - 10.00 |
| N°200 | 0.075 | 12.7 | 2.54 | 95.78 | 4.22 | 0.00 - 0.00 |
| Peso total retenido. | | 478.9 | 4.22 | 100.00 | 0.00 | |
| Material más fino que el tamiz N° 200. | | 21.1 | | | | |
| Σ | | 500.0 | | | | |
| MF | | 3.27 | | | | |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Gráfica 3. Análisis granulométrico agregado fino Motastepe.



Gráfica: EXEL, Autor: Elaboración propia.

En la tabla 12 (ver página 31), se presentan los resultados del análisis granulométrico para la arena Motastepe, donde se observa que, no se ajusta a los parámetros establecidos en la norma ASTM C 33. En la tabla antes mencionada, se puede observar que la arena tiene un módulo de finura de 3.27, según estos datos no está dentro del rango que exige la norma, el cual debe estar en el rango de 2.3 a 3.1, lo que significa que esta arena es gruesa, también es importante mencionar que esta arena no contiene más del 45 % de material retenido entre cualquiera de dos tamices normalizados consecutivos.

De la gráfica 3 (ver página 31), se puede apreciar que el agregado tiende a acercarse más al rango del límite inferior, lo que significa que el agregado es de una tendencia gruesa, y solo cumple con los parámetros de la malla N° 4 a la N°16, las mallas N° 30 y 50 están por debajo del límite inferior y luego desarrolla un comportamiento más fino en la malla N° 100, sobrepasando el límite superior en la malla N° 200, por lo que en este punto el material es muy fino.

Según los datos presentados en el ANEXO A-2, el material cero tiene un peso suelto de $1,789.77 \text{ kg/m}^3$ (ver tabla A-2.3., página XV de los anexos), es decir 375.99 kg más pesado por metro cúbico que la grava AGRENIC, mientras que la arena Motastepe tiene un peso suelto de 1394.00 kg/m^3 lo cual significa que es 19.78 kg más ligera que la grava; en cuanto a los pesos compactos, de igual manera, el material cero es pasado que la grava y la arena Motastepe más ligera que esta. Estos agregados finos presentan un porcentaje de absorción de 1.69 % y 6 %, por lo que un metro cúbico de este agregado para ser empleado en una mezcla de concreto requerirá de 16.9 y 60 kg respectivamente, de agua adicional al agua de mezcla.

En cuanto a la forma, el material cero tiene una forma bastante irregular, a diferencia de la arena Motastepe, que presenta partículas redondas. En las tablas A-2.3 y A-2.4 ver página XV de los anexos, se aprecia que los valores de gravedad específica y pesos volumétricos del material cero son más altos que la

arena Motastepe, mientras que el material cero si registra un módulo de finura que cumple con lo establecido por la norma, Todas estas diferencias entre estos dos agregados son debido a que el material cero es manufacturado y la arena Motastepe es un material de procedencia natural.

Al realizar la prueba de impurezas orgánicas, el color obtenido de la muestra del material cero es más claro que al color patrón 1, mientras que la arena Motastepe presenta un color similar al color patrón 2, por lo que la concentración de impurezas orgánicas es despreciable y no serán perjudiciales para el empleo de este, en mezclas de concreto.

9.2. Propiedades del cemento.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados al cemento. El cemento corresponde al material proveniente de la cementera HOLCIM, localizado en km 34 ½ carretera Nueva a León (Nagarote), por lo que se le llamó cemento HOLCIM. El material cementante, fue tomado de la fuente antes indicada y llevado al laboratorio de materiales del MTI, ubicado en la ciudad de Managua, donde se realizaron las pruebas correspondientes, siguiendo los procedimientos establecidos en las normas ASTM, pruebas tendientes a determinar la aceptación de dicho cemento para el empleo en la fabricación de prefabricados de concreto, y analizar qué efecto tiene el uso de aditivo FR2 en la fabricación de dichos elementos.

En la tabla 13, se presentan los resultados de la consistencia normal del cemento hidráulico y la gravedad específica, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en las normas ASTM C197 y C188 respectivamente.

Tabla 13. Consistencia normal y gravedad específica del cemento.

| Consistencia normal % | Rango de consistencia normal del cemento% | Gravedad específica | Rango G_E del cemento. |
|------------------------------|--|----------------------------|--|
| 29 | 26-32 | 3.08 | 2.9-3.20 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

La tabla 13 (ver página 33), refleja los resultados tanto de la consistencia normal del cemento, como de la gravedad específica, ambos resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma ASTM. Ver resultados detallados en la página XVIII de los anexos.

En la tabla 14, se aprecian los datos de los tiempos de fraguado del cemento HOLCIM sin uso de aditivo FR2, prueba realizada siguiendo los lineamientos estipulados en el ASTM C191. En las gráficas 4 y 5 (ver páginas 34 y 35 respectivamente) se muestran los resultados obtenidos.

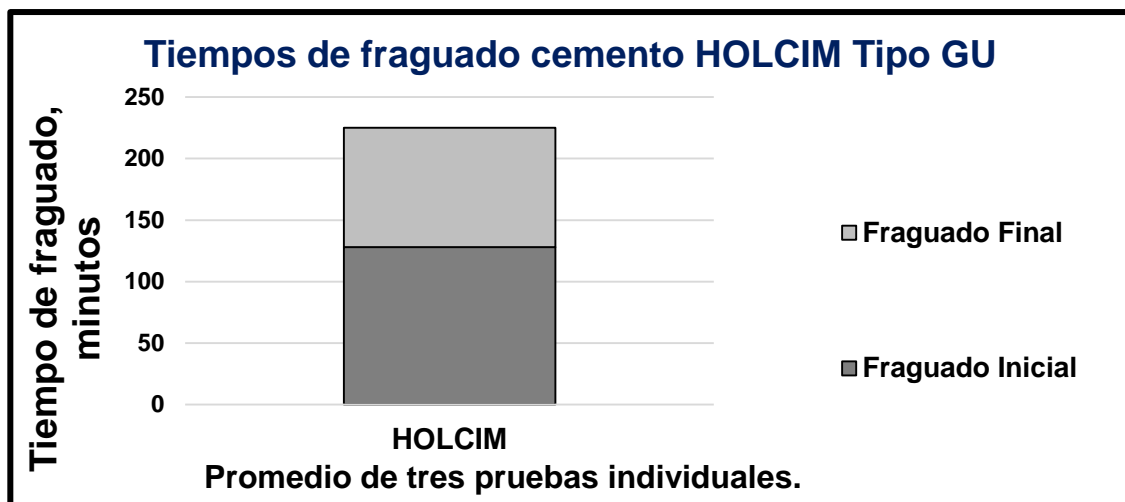
Tabla 14. Resultados de los tiempos de fraguado para el cemento HOLCIM tipo GU.

| Promedio de tres pruebas individuales | | Rango según norma. |
|---------------------------------------|-------|--------------------|
| Fraguado Inicial (min) | 128 | 45 min. (mínimo) |
| Fraguado Final (hrs) | 03:45 | 420 min. (máximo) |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

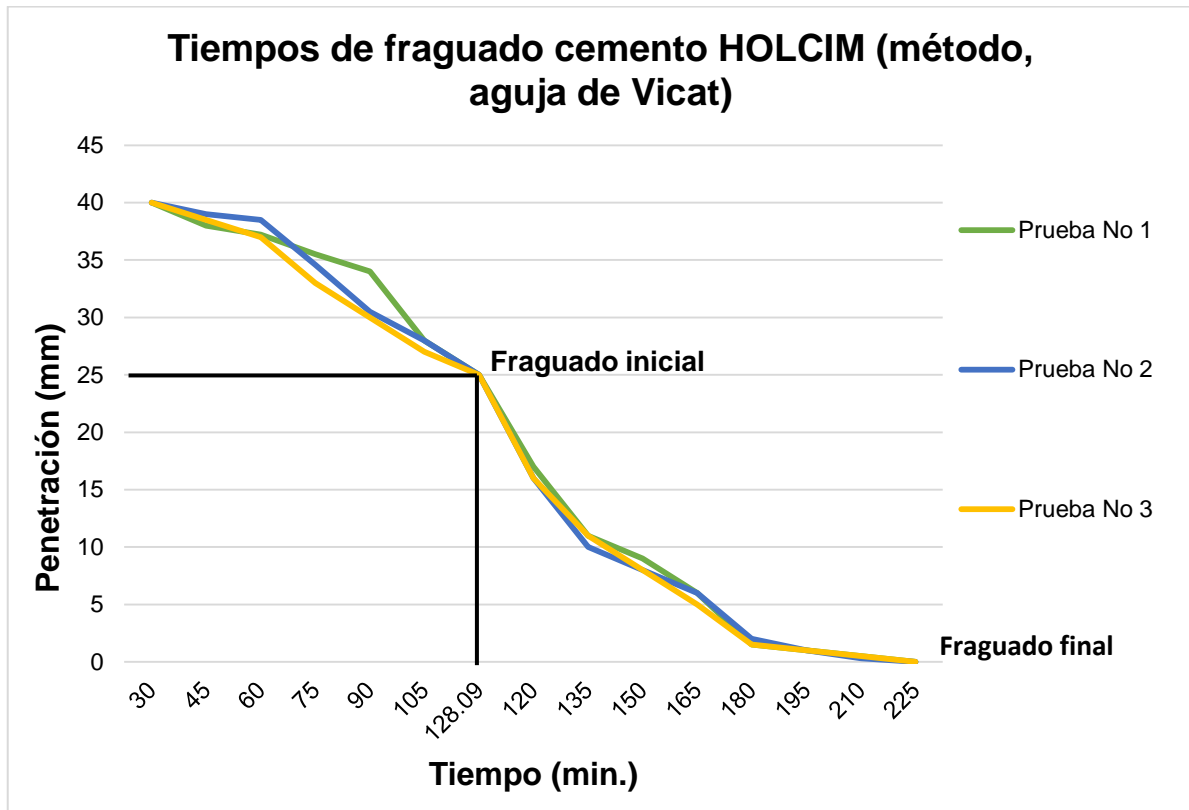
La tabla 14, muestra los resultados los tiempos de fraguado, los cuales cumplen con lo establecido por la norma, con un tiempo inicial correspondiente a 128 minutos (2 hrs y 8 min.) y el tiempo de fraguado final equivalente a 3 horas con 45 minutos. Ver resultados con más detalle a partir de la página XIX de los anexos.

Gráfica 4. Resultados tiempos de fraguado cemento HOLCIM.



Gráfica: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Gráfica 5. Tiempos de fraguado, penetración Vs tiempo (método de Vicat).



Gráfica: EXCEL, **Autor:** Elaboración propia.

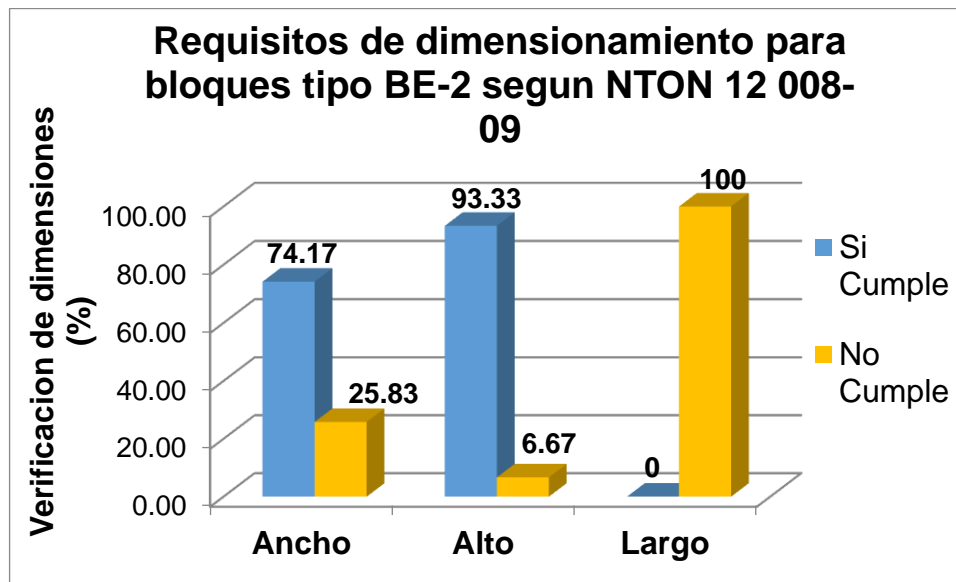
En las gráficas 4 y 5 se aprecian los resultados de los ensayos de los tiempos de fraguado con el método de aguja de Vicat, donde observan los tiempos de fraguado tanto inicial como final, estos mismos valores de igual forma están dentro de los rangos presentados por el certificado de calidad del cemento HOLCIM (ver Tabla A-3.15 ANEXO A-3 en la página XXXI de los anexos)

9.3. Verificación de las dimensiones de los prefabricados de concreto.

9.3.1. Dimensiones de bloques de concreto.

En la gráfica 6 (ver página 36), se reflejan los datos de la verificación de las dimensiones de los especímenes de bloques de concreto según lo establecido en la norma NTON 12 008-09, ver sección 7.1.1. .la página 18.

Grafica 6. Dimensiones de Bloques de concreto.



Gráfica: EXCEL, Autor: Elaboración propia.

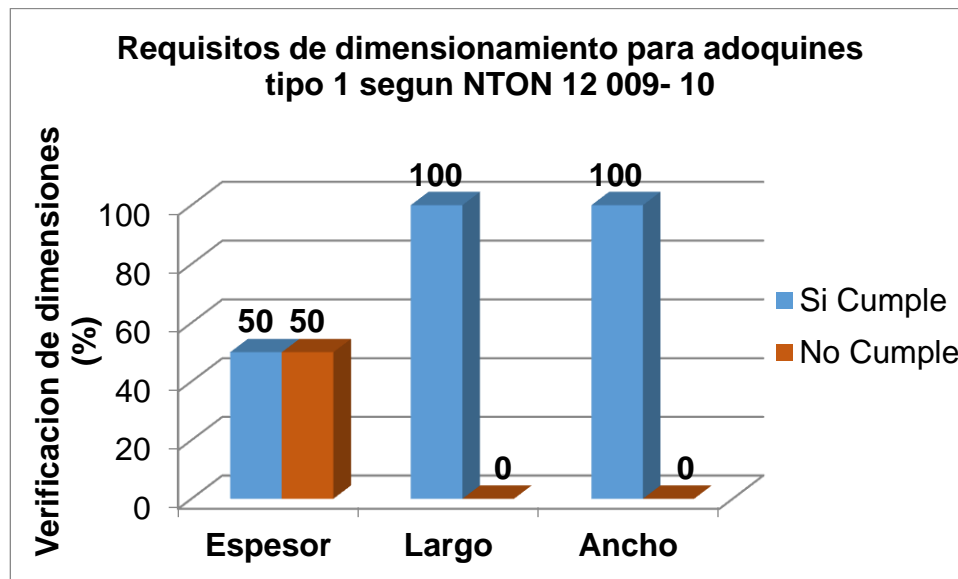
La grafica 6, indica que, de un total de 120 bloques de concreto utilizados para los ensayos de laboratorio a compresión; el 74.17 % de los especímenes cumplen con el ancho requerido por la norma NTON 12 008- 09 (ver tabla 5 página 19), lo que significa que se encuentran en el rango de entre 14.7 a 15.3 cm, sin embargo, el 25.83 % de los especímenes que no cumplen con el ancho requerido, están un milímetro por debajo del margen permisible. De igual manera se puede observar que, el 93.33 % de los especímenes ensayados cumplen con el alto requerido por la norma correspondiente, lo que significa que están dentro del rango de 18.7 a 19.3 cm, por otro lado, el otro 6.67 que no cumplen con el alto requerido están entre 6 y 1 mm por encima de los permitido.

La gráfica antes mencionada, también refleja que ninguno de los bloques de concreto cumplen con el largo requerido por la NTON 12 008- 09 (ver tabla 5 página 19), sin embargo todos los especímenes ensayados están entre 7 a 5 mm por encima de lo especificado, por lo tanto, se encuentran en un rango de entre 39.8 a 40 cm. Todos los resultados de verificación de las dimensiones de los bloques de concreto se encuentran con más detalle a partir de ANEXO-4 en la página XXXII de los anexos.

9.3.2. Dimensiones de adoquines de concreto.

En la gráfica 7, se reflejan los datos de la verificación de las dimensiones de los especímenes de bloques de concreto según lo establecido en la norma NTON 12 009-10, ver sección 7.2.1. página 23.

Grafica 7. Dimensiones de Adoquines de concreto.



Gráfica: EXCEL, Autor: Elaboración propia.

La grafica 7, indica que, de un total de 240 adoquines de concreto utilizados para los ensayos de laboratorio a compresión y flexo tracción; el 50 % de los especímenes cumplen con el espesor requerido por la norma NTON 12 009- 10 (ver tabla 7 página 23), lo que significa que se encuentran en el rango de entre 5.97 a 6.03 cm, sin embargo, el 50 % de los especímenes que no cumplen con el espesor requerido, están un centímetro por encima del margen permisible. De igual manera se puede observar que, el 100 % de los especímenes ensayados cumplen con el largo requerido por la norma correspondiente, lo que significa que están dentro del rango de 19.97 a 20.03 cm.

La gráfica antes mencionada, también refleja que el 100% de los adoquines de concreto cumplen con el ancho requerido por la NTON 12 009- 10 (ver tabla 7 página 19), por lo tanto, se encuentran en un rango de entre 9.97 a 10.03 cm.

Todos los resultados de verificación de las dimensiones de los adoquines de concreto se encuentran con más detalle a partir de ANEXO-4 en la página LXVIII de los anexos.

9.4. Propiedades de los bloques de concreto sin aditivo.

9.4.1.1. Resultados de la resistencia a la compresión de bloques de concreto sin aditivo.

En las tablas 15 y 16, se presentan los resultados obtenidos de fallas a compresión a la que fueron sometidos los bloques de concreto sin uso de aditivo, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 15. Resistencia a la compresión de bloques de concreto sin aditivo.

| Promedio de 4 piezas individuales en PSI | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Prueba patrón. | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 Días |
| | 792 | 1,008 | 1,285 | 1,583 | 1,773 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-4 en la página XXXII de los anexos.

En la tabla 15, se puede apreciar la evolución de resistencia a la compresión de los bloques de concreto fallados a diferentes edades de curado, como resultado del promedio de 4 piezas individuales.

Tabla 16. Comparación de los resultados a compresión a 28 días de bloques de concreto sin aditivo FR2, según requerimientos establecidos en Normas técnicas obligatorias de Nicaragua.

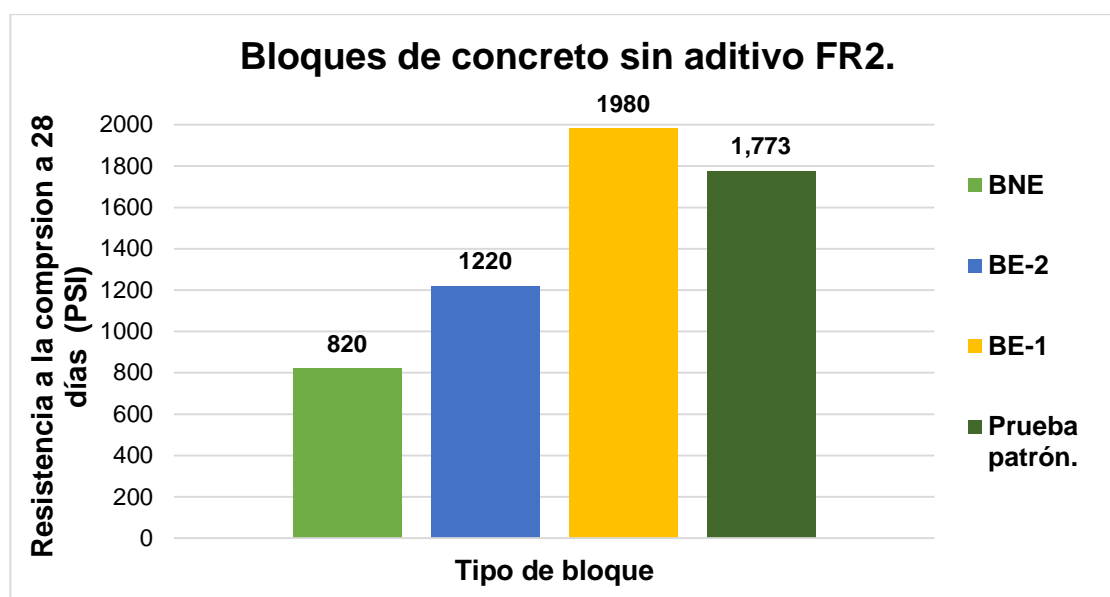
| Tipo de bloque | Resistencia mínima a 28 días de curado. | |
|-----------------------|--|--------------|
| | Mpa. | PSI |
| BE-1 | 13.65 | 1980 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 |
| BNE | 5.65 | 820 |
| Prueba patrón. | | 1,773 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Según la tabla 16 (ver página 37), los especímenes de bloques de concreto evaluados en la tabla 15, se clasifican como bloques tipo BE-2, ya que estos valores están un 45% por encima del valor establecido por la norma NTON 12 008-09 (ver sección 7.1.4.1. en la página 21).

Para mayor claridad de los datos presentados en la tabla 15 (ver página 37), en la gráfica 8, se ilustran los resultados obtenidos, los cuales se comparan con los parámetros establecidos por la norma NTON 12 008-09.

Gráfica 8. Comparación de los resultados a compresión de bloques de concreto (promedio de 4 piezas individuales), según requisitos exigidos por la norma.



Gráfica: EXEL, **Autor:** Elaboración propia.

En la gráfica 8, se observan los valores a compresión establecidos para cada tipo de bloque a 28 días de curado, según por la NTON 12 008-09 donde se observa claramente que los especímenes de las pruebas patrón clasifican como un bloque de concreto tipo BE-2.

9.5. Propiedades de los adoquines de concreto sin aditivo.

9.5.1.1. Resultados de la resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto sin aditivo.

En las tablas 17 y 18, se presentan los resultados obtenidos de fallas a flexo-tracción a la que fueron sometidos los adoquines de concreto sin uso de aditivo, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 17. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto sin aditivo.

| Promedio de 4 piezas individuales en Mpa. | | | | | |
|---|--------|--------|---------|---------|---------|
| Prueba patrón. | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 Días |
| | 2.15 | 3.00 | 3.60 | 4.59 | 5.06 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-4 en la página XXXII de los anexos.

En la tabla 17, se puede apreciar la evolución de resistencia a la flexo-tracción de los adoquines de concreto fallados a diferentes edades de curado, como resultado del promedio de 4 piezas individuales.

Tabla 18. Comparación de los resultados a flexo-tracción a 28 días de adoquines de concreto sin aditivo FR2, según requerimientos establecidos en Normas técnicas obligatorias de Nicaragua (ver sección 3.3.1.1.)

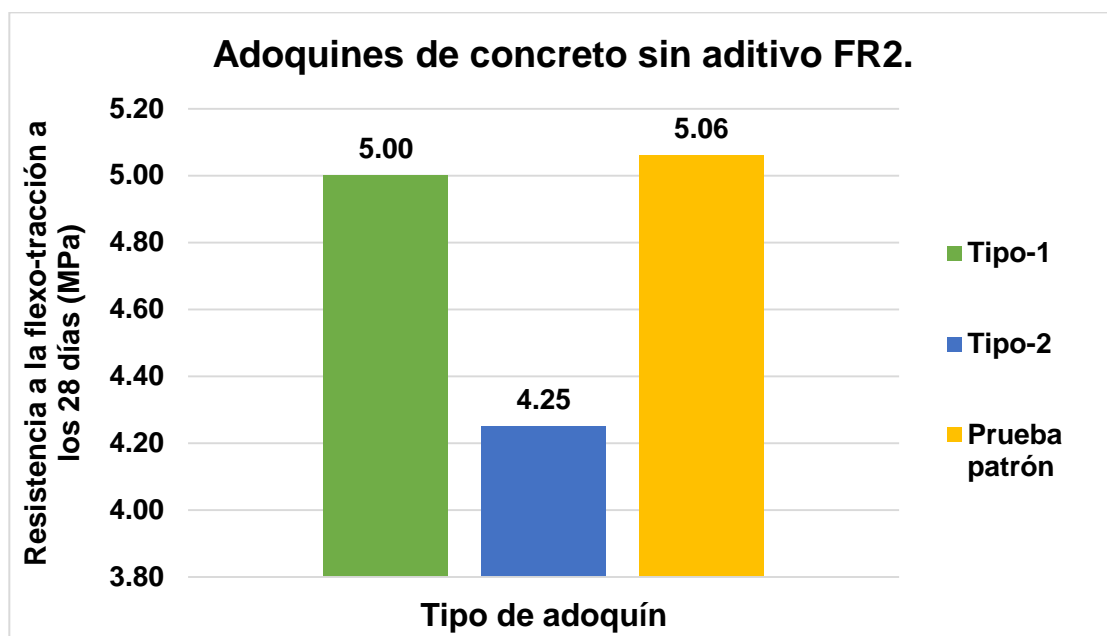
| Tipo de adoquín. | Resistencia mínima |
|------------------|--------------------|
| | Mpa. |
| Tipo - 1 | 05.00 |
| Tipo - 2 | 04.25 |
| Prueba patrón. | 05.06 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

Al analizar la tabla 18 (ver página 40), se puede apreciar que los especímenes de adoquines de concreto evaluados en la tabla 17 (ver página 40), se clasifican como adoquines tipo 1, ya que estos valores están muy similares a los establecidos por la norma NTON 12 009-10 (ver sección 7.2.3.1. página 24).

Para mayor interpretación de los datos presentados en la tabla 16, en la gráfica 9 se representan los resultados obtenidos, los cuales se comparan con los parámetros establecidos por la norma NTON 12 009-10.

Gráfica 9. Comparación de los resultados a flexo-tracción de adoquines de concreto sin aditivo (promedio de 4 piezas individuales), según requisitos exigidos por la norma.



Gráfica: EXEL, Autor: Elaboración propia.

En la gráfica 9, se observan los valores a flexo-tracción establecidos para cada tipo de adoquín a 28 días de curado, según por la NTON 12 009-10 donde se observa claramente que los especímenes de las pruebas patrón clasifican como un adoquín de concreto tipo 1.

9.5.1.2. Resultados de la resistencia a la compresión de adoquines de concreto sin aditivo.

En las tablas 19 y 20 se presentan los resultados obtenidos de fallas a compresión a la que fueron sometidos los adoquines de concreto sin uso de aditivo, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 19. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto sin aditivo.

| Dosificaciones por bolsa de cemento | Promedio de 4 piezas individuales en PSI | | | | |
|-------------------------------------|--|--------|---------|---------|---------|
| | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 Días |
| Prueba patrón. | 1,677 | 2,127 | 2,750 | 3,359 | 3,715 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

En la tabla 19, se observa el comportamiento de los adoquines sometidos a compresión a diferentes edades de curado, como resultado del promedio de 4 piezas individuales.

Tabla 20. Comparación de los resultados a compresión a 28 días de adoquines de concreto sin aditivo FR2, según requerimientos establecidos en Normas técnicas obligatorias de Nicaragua.

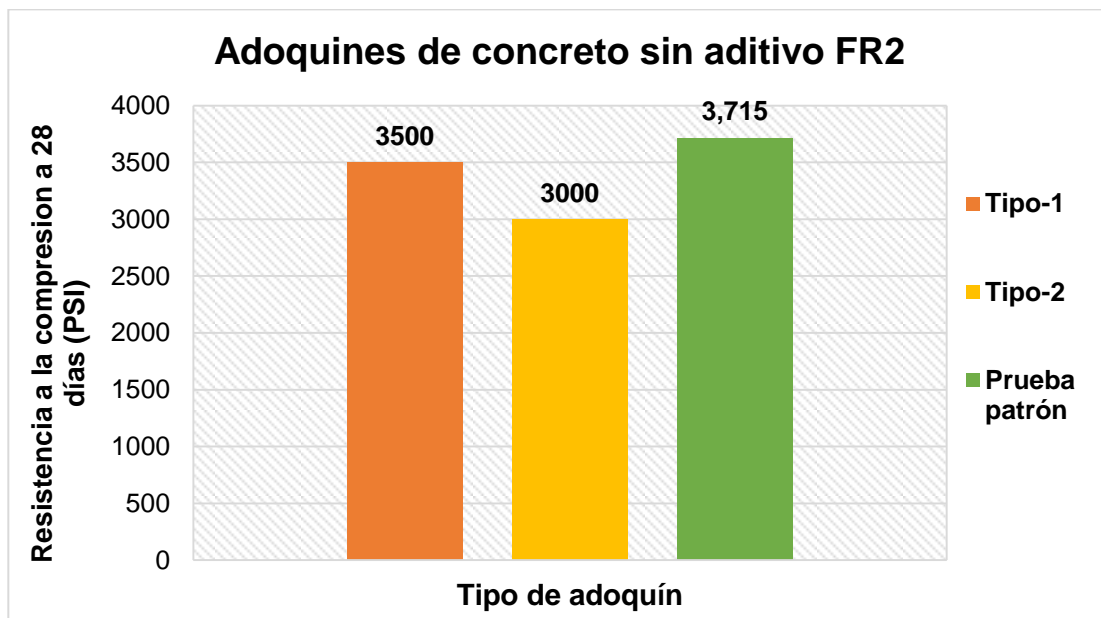
| Tipo de adoquín. | Resistencia mínima | |
|-----------------------|--------------------|-------------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo - 1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo - 2 | 20.06 | 3000 |
| Prueba patrón. | | 3715 |

Tabla: EXEL, Autor: Elaboración propia.

En la tabla 20, se aprecia definitivamente que los especímenes de las pruebas patrón se clasifican como adoquines tipo 1, ya que estos valores superan un 6% el valor esperado, por lo tanto, cumplen con los requisitos establecidos por la norma NTON 12 009-10 (ver sección 7.2.3.2. en la página 25).

A continuación, se muestran en la gráfica 10, los datos presentados en la tabla 20, los cuales se comparan con los parámetros establecidos por la norma NTON 12 009-10.

Gráfica 10. Comparación de los resultados a compresión de adoquines de concreto sin aditivo (promedio de 4 piezas individuales), según requisitos exigidos por la norma.



Gráfica: EXCEL, **Fuente:** Elaboración propia.

En la gráfica 10, se observan los valores a compresión establecidos para cada tipo de adoquín a 28 días de curado según por la NTON 12 009-10, donde se observa claramente que los especímenes de las pruebas patrón clasifican como un adoquín de concreto tipo 1.

9.6. Tiempos de fraguado del cemento HOLCIM, empleando aditivo FR2.

En la tabla 21 (ver página 44), se comparan los datos de los tiempos de fraguado del cemento HOLCIM sin aditivo con los resultados de los tiempos de fraguado

con aditivo FR2, prueba realizada siguiendo los lineamientos estipulados en el ASTM C191. En las gráficas 11 y 12, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 21. Resultados de los tiempos de fraguado para el cemento HOLCIM tipo GU con aditivo y sin aditivo FR2.

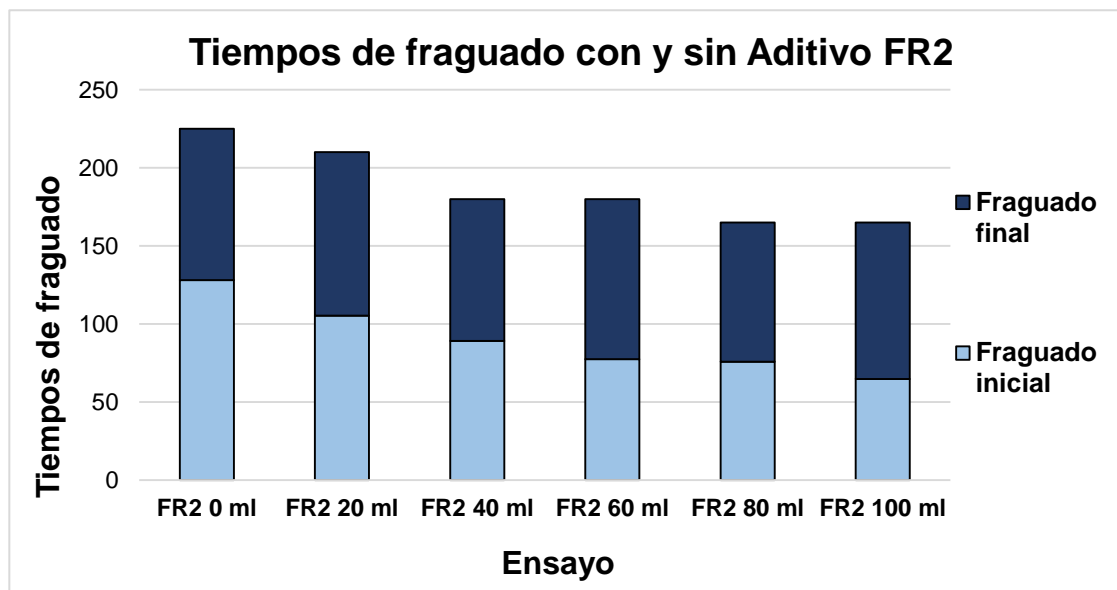
| | FR2 0 ml | FR2 20 ml | FR2 40 ml | FR2 60 ml | FR2 80 ml | FR2 100 ml |
|-------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Fraguado Inicial | 128 | 105 | 89 | 77 | 76 | 65 |
| Fraguado Final | 3:45 | 03:30 | 03:00 | 03:00 | 02:45 | 02:45 |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-3 en la página XVII de los anexos.

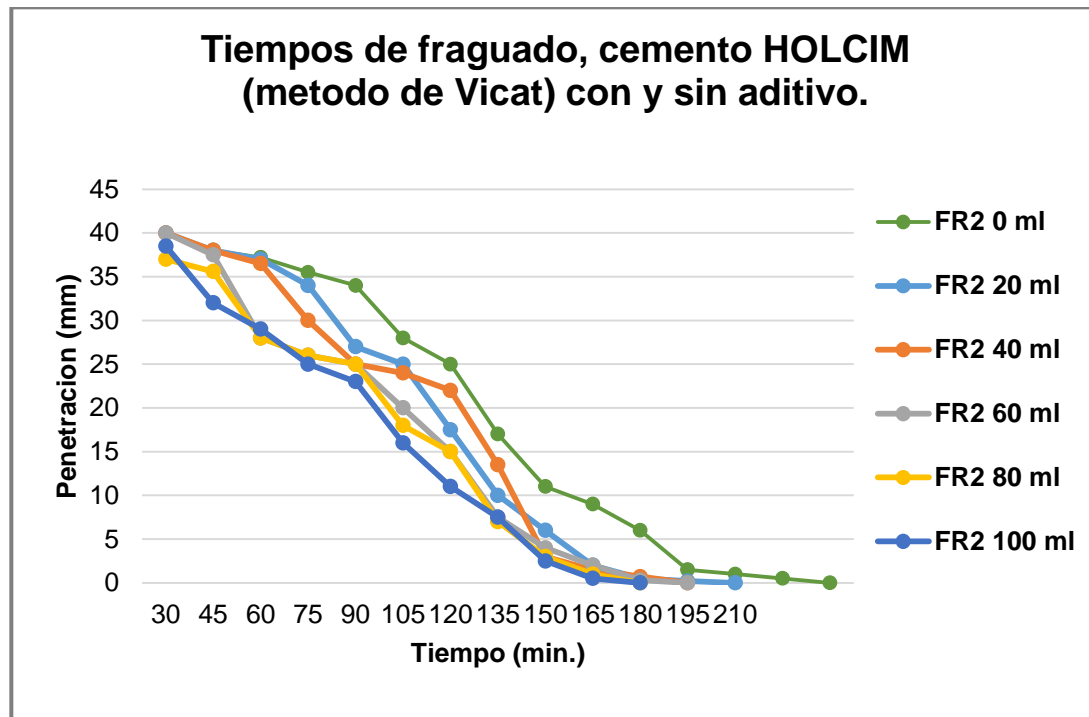
En la tabla 21, se observa que el aditivo FR2 acelera tanto el tiempo inicial como el final, al probar cada dosificación, estas siguen siempre una misma tendencia, al aumentar cada vez más la dosis de aditivo, se reducen los tiempos de fraguado hasta 1 hora como máximo, en comparación con las pruebas sin aditivo.

Gráfica 11. Resultados tiempos de fraguado cemento HOLCIM, con y sin aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 12. Tiempos de fraguado, penetración Vs tiempo (método de Vicat) con y sin aditivo.



Gráfica: EXEL, **Fuente:** Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-3 en la página XVII de los anexos.

De las gráficas 11 y 12 (ver páginas 44 y 45 respectivamente), se observa que efectivamente el aditivo en estudio tiene un efecto acelerante sobre los tiempos de fraguado del cemento HOLCIM, también se puede decir que, las dosificaciones de 40 y 60 ml de FR2 tienen un comportamiento muy similar, de igual manera las dosificaciones entre 80 y 100 ml, sin embargo, estas últimas dos dosificaciones fueron las que presentaron resultados más satisfactorios.

Una vez analizados los resultados de los ensayos de tiempos de fraguado con aditivo FR2, en las tablas 22 y 23 (ver página 46 y 47 respectivamente), se comparan los valores de tiempos de fraguado, según los requisitos físicos establecidos en la norma ASTM C 494 para todas las dosificaciones con y sin aditivo FR2.

Tabla 22. Tiempos de ajuste permitidos en mezclas de concreto según el tipo de aditivo respecto a la mezcla de referencia.

| | Tipo A Reductor de Agua | Tipo B Retardante | Tipo C Acelerante | Tipo D Reductor de Agua y Retardante | Tipo E Reductor de Agua y Acelerante | Tipo F Reductor de Agua de Alto Rango | Tipo G Reductor de Agua de Alto Rango y Retardante |
|--|--|------------------------------|------------------------------|---|---|--|---|
| Tiempo de ajuste, control de desviación permitida, h:min: | | | | | | | |
| Inicial: Al menos | - | 1:00 después | 1:00 antes | 3:30 después | 1:00 antes | - | 1:00 después |
| No más de | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después | 3:30 antes | 3:30 después | 3:30 antes | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después |
| Final: Al menos | - | - | 1:00 antes | - | 1:00 antes | - | - |
| No más de | 1:00 antes ni 1:30 después | 3:30 después | - | 3:30 después | - | 1.00 antes ni 1:30 después | 3:30 después |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Tiempos de ajuste obtenidos en pruebas para la determinación de tiempos de fraguado en cemento HOLCIM, empleando aditivo FR2, respecto a las pruebas de referencia.

| | FR2 20 ml | FR2 40 ml | FR2 60 ml | FR2 80 ml | FR2 100 ml |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Inicial: Al menos | 0:23 hrs Antes | 0:39 hrs Antes | 0:51 hrs Antes | 0:52 hrs Antes | 1:03 hrs Antes |
| Final: Al menos | 0:15 hrs Antes | 0:45 hrs Antes | 0:45 hrs Antes | 1:00 hrs Antes | 1:00 hrs Antes |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

■ Cumple para tipo C y tipo E.

De las tablas 22 (ver página 46) y 23, se muestra la comparación de los tiempos de fraguado con los tiempos de ajuste establecidos por la norma ASTM C 494, donde se observa que, usando aditivo FR2 dentro del rango establecido (20 – 100 ml por bolsa cemento), se registra una aceleración tanto del fraguado inicial como final, tal y como se había mencionado anteriormente, sin embargo, la norma establece que para los aditivos tipo C y tipo E, tanto el tiempo inicial como final se debe cumplir al menos una hora antes respecto a los resultados de la prueba sin aditivo, por lo que solo la dosificación de 100 ml de FR2 se cumplen los requisitos establecidos para los tipo C y E.

9.7. Propiedades de los bloques de concreto con y sin aditivo FR2.

9.7.1.1. Resultados de la resistencia a la compresión de bloques de concreto con y sin aditivo.

En la tabla 24 (ver página 48), se presentan los resultados obtenidos de fallas a compresión a la que fueron sometidos los bloques de concreto con y sin aditivo FR2, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 24. Resistencia a la compresión obtenida para bloques de concreto con y sin aditivo FR2.

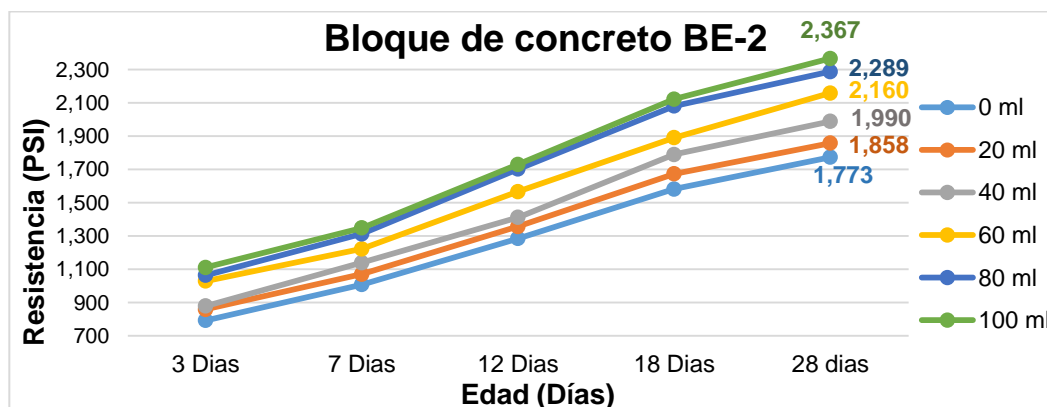
| Dosificaciones para FR2 por bolsa de cemento | Promedio de 4 piezas individuales en PSI | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|---------|
| | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 Días |
| 0 ml | 792 | 1,008 | 1,285 | 1,583 | 1,773 |
| 20 ml | 859 | 1,071 | 1,357 | 1,674 | 1,858 |
| 40 ml | 879 | 1,139 | 1,412 | 1,790 | 1,990 |
| 60 ml | 1,029 | 1,222 | 1,567 | 1,892 | 2,160 |
| 80 ml | 1,064 | 1,313 | 1,702 | 2,081 | 2,289 |
| 100 ml | 1,111 | 1,349 | 1,731 | 2,123 | 2,367 |
| Aumento de la resistencia en base a la prueba patrón 0 ml por bolsa de cemento | | | | | |
| 0 ml | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 20 ml | 108.46% | 106.20% | 105.58% | 105.76% | 104.78% |
| 40 ml | 110.97% | 113.04% | 109.87% | 113.12% | 112.20% |
| 60 ml | 129.94% | 121.26% | 121.89% | 119.51% | 121.79% |
| 80 ml | 134.28% | 130.26% | 132.45% | 131.51% | 129.07% |
| 100 ml | 140.23% | 133.81% | 134.67% | 134.14% | 133.48% |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-4 en la página XXXII de los anexos.

Para una mejor comprensión de los resultados, se presentan en la gráfica 13, los valores de resistencia a la compresión de los bloques descritos en la tabla anterior, de los cuales se tomaron los valores promedios para realizar las curvas de desarrollo de resistencia para cada dosificación de aditivo comparado con la prueba patrón.

Gráfica 13. Curva de evolución de la resistencia a la compresión de bloques BE-2 con y sin aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24 (ver página 48), se puede apreciar que a medida que se aumenta la dosificación de aditivo FR2, también se presenta un aumento en la resistencia a la compresión, esto se puede ver claramente en la gráfica 13 (ver página 48) donde se observa que, cada una de las curvas de la evolución de la resistencia sobrepasan los resultados sin aditivos, en la misma tabla 24 se ven los resultados en forma de porcentaje, siendo la dosificación de 100 ml de FR2 por bolsa de cemento la que presento los valores más altos con un aumento de la resistencia a la compresión de hasta un 33 %.

9.7.2. Propiedades de los adoquines de concreto con y sin aditivo FR2.

9.7.2.1. Resultados de la resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto con y sin aditivo.

En la tabla 25, se presentan los resultados obtenidos de fallas a flexo-tracción a la que fueron sometidos los adoquines de concreto con y sin aditivo FR2, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 25. Pruebas de resistencia a Flexo-tracción en Adoquines

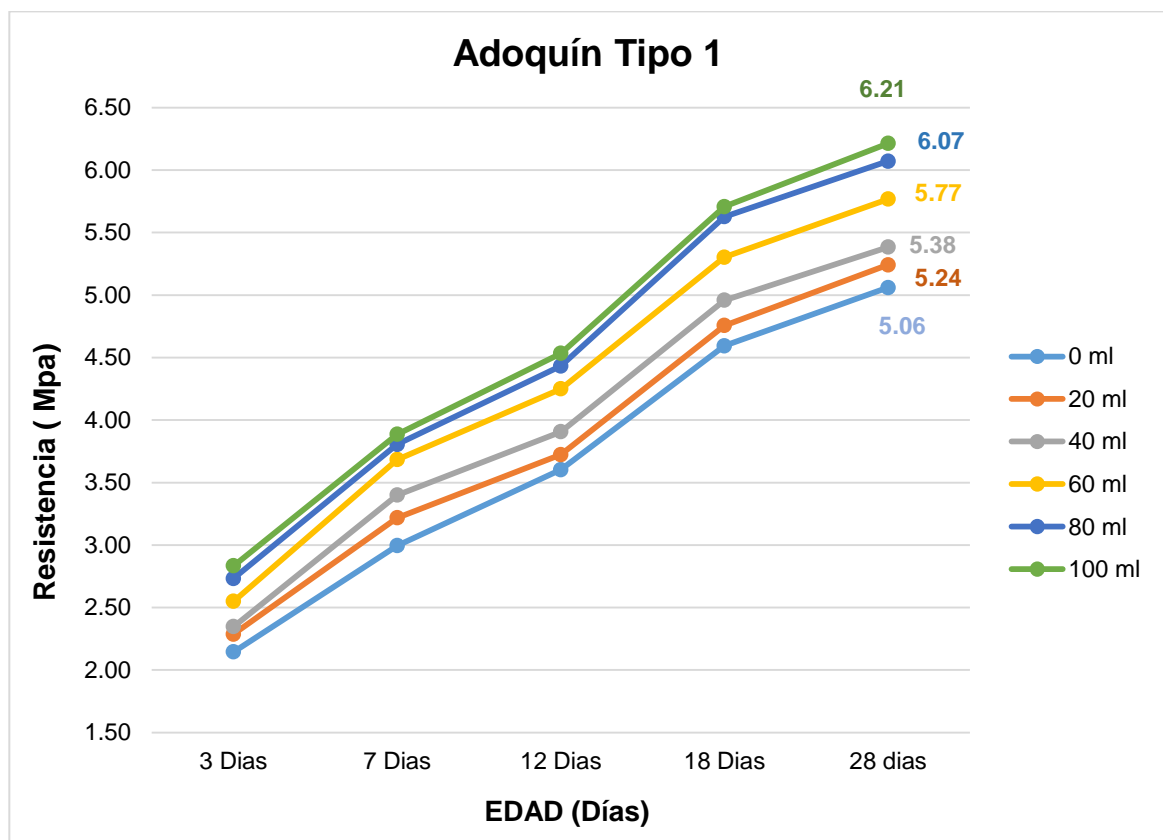
| Dosificaciones por bolsa de cemento | Promedio de 6 piezas individuales en MPa | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|---------|
| | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 días |
| 0 ml | 2.15 | 3.00 | 3.60 | 4.59 | 5.06 |
| 20 ml | 2.29 | 3.22 | 3.72 | 4.76 | 5.24 |
| 40 ml | 2.35 | 3.40 | 3.91 | 4.96 | 5.38 |
| 60 ml | 2.55 | 3.68 | 4.25 | 5.30 | 5.77 |
| 80 ml | 2.73 | 3.81 | 4.43 | 5.63 | 6.07 |
| 100 ml | 2.83 | 3.89 | 4.53 | 5.71 | 6.21 |
| Aumento de la resistencia en base a la prueba patrón 0 ml por bolsa de cemento | | | | | |
| 0 ml | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 20 ml | 106.60% | 107.43% | 103.37% | 103.52% | 103.60% |
| 40 ml | 109.43% | 113.51% | 108.43% | 107.93% | 106.40% |
| 60 ml | 118.87% | 122.97% | 117.98% | 115.42% | 114.00% |
| 80 ml | 127.36% | 127.03% | 123.03% | 122.47% | 120.00% |
| 100 ml | 132.08% | 129.73% | 125.84% | 124.23% | 122.80% |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-4 en la página XXXII de los anexos.

En la gráfica 14, se presentan gráficamente estos valores, para lo cual se tomaron los valores promedios de resistencia para realizar las curvas de desarrollo de resistencia para cada dosificación de aditivo comparado con la prueba patrón.

Gráfica 14. Curva de evolución de la resistencia a la flexo-tracción de adoquines Tipo 1 con y sin aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, **Fuente:** Elaboración propia.

De la tabla 25 (ver página 49), se puede decir que a medida que se aumenta la dosificación de aditivo FR2, se registra un aumento en la resistencia a la flexo-tracción, esto se puede ver apreciar en la gráfica 14 donde se observa claramente que cada una de las curvas de la evolución de la resistencia, sobrepasan los resultados de las prueba patrón, en la misma tabla citada se ven

los resultados en forma de porcentaje, siendo la dosificación de 100 ml de FR2 por bolsa de cemento la que presento los valores más altos con un aumento de la resistencia a la compresión de hasta un 22 %.

9.7.2.2. Resultados de la resistencia a la compresión de adoquines de concreto con y sin aditivo.

En la tabla 26, se presentan los resultados obtenidos de fallas a compresión a la que fueron sometidos los bloques de concreto con y sin aditivo FR2, según el método de diseño utilizado y de acuerdo con la edad de curado de cada muestra.

Tabla 26. Pruebas de resistencia a Compresión en Adoquines

| Dosificaciones por bolsa de cemento | Promedio de 4 piezas individuales en PSI | | | | |
|---|--|---------|---------|---------|---------|
| | 3 Días | 7 Días | 12 Días | 18 Días | 28 Días |
| 0 ml | 1,677 | 2,127 | 2,750 | 3,359 | 3,715 |
| 20 ml | 1,800 | 2,239 | 2,821 | 3,513 | 3,867 |
| 40 ml | 1,872 | 2,369 | 2,985 | 3,667 | 4,092 |
| 60 ml | 2,064 | 2,622 | 3,305 | 4,014 | 4,365 |
| 80 ml | 2,118 | 2,781 | 3,523 | 4,334 | 4,589 |
| 100 ml | 2,176 | 2,869 | 3,622 | 4,402 | 4,643 |
| Aumento de la resistencia en base a la prueba patrón 0 ml por bolsa de cemento | | | | | |
| 0 ml | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 20 ml | 107.32% | 105.27% | 102.55% | 104.59% | 104.10% |
| 40 ml | 111.63% | 111.41% | 108.52% | 109.18% | 110.15% |
| 60 ml | 123.04% | 123.30% | 120.16% | 119.50% | 117.51% |
| 80 ml | 126.30% | 130.79% | 128.08% | 129.04% | 123.54% |
| 100 ml | 129.73% | 134.92% | 131.68% | 131.05% | 124.98% |

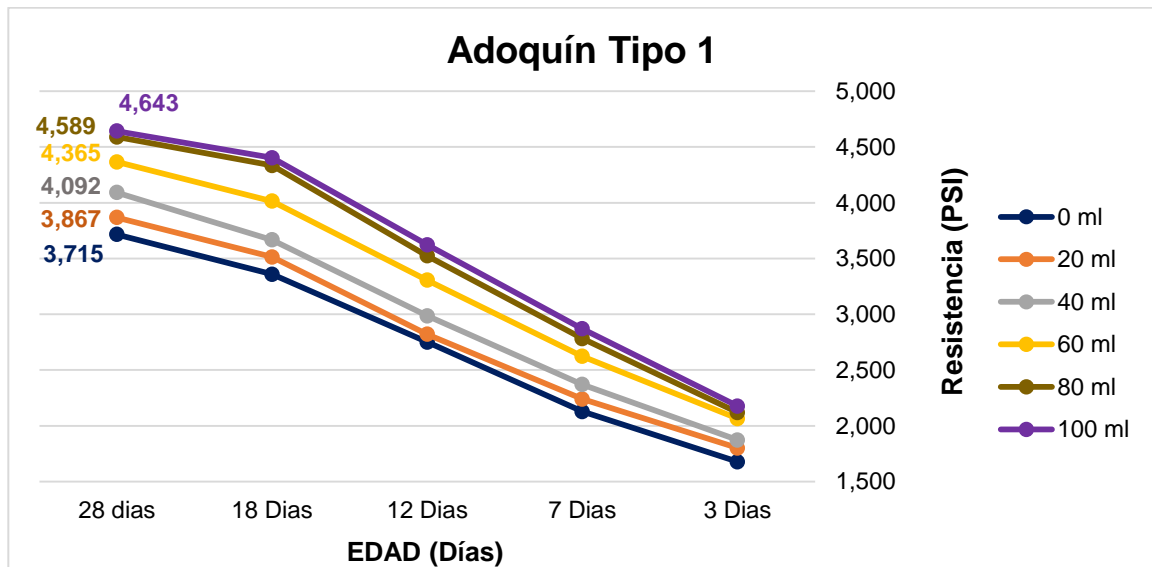
Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Nota: Ver resultados detallados a partir del ANEXO A-4 en la página XXXII de los anexos.

En la gráfica 15 (ver página 52), se presentan estos valores, para lo cual se tomaron los valores promedios de resistencia para realizar las curvas de

desarrollo de resistencia para cada dosificación de aditivo comparado con la prueba patrón.

Gráfica 15. Curva de evolución de la resistencia a la compresión de adoquines Tipo 1 con y sin aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, **Fuente:** Elaboración propia.

Una vez analizados los resultados de los ensayos de resistencia a compresión tanto de bloques de concreto como adoquines de concreto con aditivo FR2, en las tablas 27 y 28 (ver páginas 27 y 28 respectivamente), se comparan los valores resistencia, según los requisitos físicos establecidos en la norma ASTM C 494 para todas las dosificaciones con y sin aditivo FR2.

Tabla 27. Resistencia a la compresión mínima permitida en mezclas de concreto según el tipo de aditivo respecto a la mezcla de referencia.

| | Tipo C Acelerante | Tipo E Reductor de Agua y Acelerante |
|--|----------------------|--|
| Resistencia a la compresión, min, % de control: | | |
| 1 día | - | - |
| 3 días | 125 | 125 |
| 7 días | 100 | 110 |
| 28 días | 100 | 110 |

Tabla: EXEL, **Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 28. Resistencias a la compresión obtenidas en bloques de concreto empleando aditivo FR2, respecto a la mezcla de referencia.

| | FR2 20 ml | FR2 40 ml | FR2 60 ml | FR2 80 ml | FR2 100 ml |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 día | - | - | - | - | - |
| 3 días | 108.46% | 110.97% | 129.94% | 134.28% | 140.23% |
| 7 días | 106.20% | 113.04% | 121.26% | 130.26% | 133.81% |
| 28 días | 104.78% | 112.20% | 121.79% | 129.07% | 133.48% |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

■ Cumple para tipo C y tipo E.

En la tabla 28, se muestra el efecto del aditivo FR2, sobre la resistencia a la compresión de bloques, al comparar estos resultados con los requerimientos de la norma ASTM C 494, se puede decir, que se registra un aumento de la resistencia a la compresión respecto a los resultados de la prueba patrón. Sin embargo, la dosificación de 20 ml solo cumple con los valores establecidos para aditivos tipo B, de igual manera la dosificación de 40 ml solo cumple con los valores establecidos para aditivos tipo A y B, así como también solo las dosificaciones de 60, 80 y 100 ml cumplen con los valores establecidos para todos los tipos de aditivo.

Tabla 29. Resistencias a la compresión obtenidas en adoquines de concreto empleando aditivo FR2, respecto a la mezcla de referencia.

| | FR2 20 ml | FR2 40 ml | FR2 60 ml | FR2 80 ml | FR2 100 ml |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 día | | | | | |
| 3 días | 107.32% | 111.63% | 123.04% | 126.30% | 129.73% |
| 7 días | 105.27% | 111.41% | 123.30% | 130.79% | 134.92% |
| 28 días | 104.10% | 110.15% | 117.51% | 123.54% | 124.98% |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

■ Cumple para tipo C y tipo E.

En la tabla 29 (ver página 53), se muestra el efecto del aditivo FR2, sobre la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, al comparar estos resultados con los requerimientos de la norma ASTM C 494, se puede decir, que se registra un aumento de la resistencia a la compresión respecto a los resultados de la prueba patrón. Sin embargo, la dosificación de 20 ml solo cumple con los valores establecidos para aditivos tipo B, de igual manera las dosificaciones de 40 y 60 ml solo cumplen con los valores establecidos para aditivos tipo A y B, así como también las dosificaciones de 60, 80 y 100 ml cumplen con los valores establecidos para todos los tipos de aditivo.

En las tablas 30 y 31(ver páginas 54 y 55 respectivamente), se comparan los valores de resistencia a la flexo-tracción de adoquines, según los requisitos físicos establecidos en la norma ASTM C 494 para todas las dosificaciones con y sin aditivo FR2.

Tabla 30. Resistencia a la flexo-tracción mínima permitida en mezclas de concreto según el tipo de aditivo respecto a la mezcla de referencia.

| | Tipo C Acelerante | Tipo E Reductor de Agua y Acelerante |
|--|------------------------------|---|
| Resistencia a la flexión, mín., % de control: | | |
| 3 días | 110 | 110 |
| 7 días | 100 | 100 |
| 28 días | 90 | 100 |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Resistencias a la flexo-tracción obtenidas en adoquines de concreto empleando aditivo FR2, respecto a la mezcla de referencia.

| | FR2 20 ml | FR2 40 ml | FR2 60 ml | FR2 80 ml | FR2 100 ml |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 día | | | | | |
| 3 días | 106.60% | 109.43% | 118.87% | 127.36% | 132.08% |
| 7 días | 107.43% | 113.51% | 122.97% | 127.03% | 129.73% |
| 28 días | 103.60% | 106.40% | 114.00% | 120.00% | 122.80% |

Tabla: EXEL, Fuente: Elaboración propia.

■ Cumple para tipo C y tipo E

En la tabla 31, se muestra el efecto del aditivo FR2, sobre la resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto, al comparar estos resultados con los requerimientos de la norma ASTM C 494, se puede decir, que se registra un aumento de la resistencia a la flexo-tracción respecto a los resultados de la prueba patrón. Sin embargo, la dosificación de 20 y 40 ml solo cumplen con los valores establecidos para aditivos tipo A y B, por otro lado, las dosificaciones de 60, 80 y 100 ml cumplen con los valores establecidos para todos los tipos de aditivo.

Observaciones finales

De los resultados obtenidos se desprende que, el aditivo FR2 cumple con los propósitos para los cuales fue diseñado; el cual tiene como efecto: acelerar el tiempo de fraguado tanto inicial como final, por lo que también se presentó un aumento la resistencia a la compresión y flexo-tracción en prefabricados de concreto.

CONCLUSIONES

A través de la realización de este estudio se puede concluir lo siguiente:

Por las características propias del agregado tanto AGRENIC (grava y material cero), como la arena Motastepe, estos pueden ser clasificados como agregados de peso normal.

Los bloques y adoquines con y sin aditivo FR2, no presentaron variación en sus dimensiones respecto a los especímenes sin aditivo y por lo tanto cumplen con los requisitos de dimensión según las normas NTON correspondientes.

Las normas NTON 12 008 – 09 (bloques) y NTON 12 009 – 10 (adoquines), establecen criterios de aceptación y rechazo (ver sección 7.1.5. y sección 7.2.3.3 en las pagina 22 y 25 respectivamente), en los cuales establece que se aceptarán los especímenes (bloques y adoquines) siempre y cuando cumpla con los requisitos mecánicos que exigen las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense, y aunque solo se verificaron los requisitos de dimensionamiento que exigen las normas aquí citadas, pero si se cumplen con las resistencias de compresión y flexo-tracción mínimas según las tablas 6, 8 y 9 (ver paginas 22, 24 y 25 respectivamente), los especímenes utilizados en esta investigación monográfica son aceptados por la institución regente (MTI).

Las pruebas realizadas en el cemento, demuestran que con el empleo de FR2 se reducen los tiempos de fraguado, debido a esto, según la norma **ASTM C- 494** específica que para considerarlo como un aditivo acelerante, la variación del fraguado debe ser como mínimo una hora antes, respecto a los tiempos de referencia.

Por lo tanto, la única dosificación de aditivo FR2, que cumple con lo especificado por la norma ASTM C 494, es la de 100 ml por bolsa de cemento

con una disminución del tiempo inicial de 1hr: 03 min. y de 1 hr. para el fraguado final.

Los valores de resistencia a la compresión y flexo-tracción obtenidos de los prefabricados de concreto (bloques y adoquines sin aditivo) fallados a diferentes edades de curado, superan los valores mínimos exigidos por las NTON correspondientes para cada elemento, (ver tabla 6 de la página 21 y la tabla 7 de la página 24). Al utilizar aditivo FR2 tanto en bloques como adoquines, se presenta una variación de resistencia a la compresión a diferentes edades de curado, con el empleo de este aditivo se logra un aumento máximo de hasta un 33% y 24 % para bloques y adoquines de concreto respectivamente en comparación a la prueba patrón de cada uno de ellos. Así mismo se presenta un aumento de la resistencia de hasta un 25 % respecto a las pruebas de referencia, en adoquines sometidos a flexo-tracción con el uso del aditivo en estudio.

Al utilizar diferentes dosificaciones de aditivo FR2 (20 – 100 ml), incluyendo la recomendada por la empresa fabricante (ASERQUIM) de 60 ml por bolsa de cemento, se verificó que se presentaron variaciones en todos los resultados obtenidos, por lo tanto, con el empleo de FR2 se obtiene una aceleración en los tiempos de fraguado y un fortalecimiento temprano en los prefabricados de concreto.

En vista de que los resultados de las pruebas de laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas de prefabricados de concreto, cumplen con los requisitos físicos establecidos en la norma ASTM C 494 (**Especificación estándar para aditivos químicos para Concreto**), se puede concluir que, el aditivo en estudio **FR2 y con una dosificación de 100 ml**; presenta características que lo pueden clasificar como aditivo tipo C (Acelerante) o tipo E (Acelerante y reductor de agua). Ya que, cumple con el tiempo de fraguado tanto inicial como final que exige la norma en la tabla 4 (ver página 17), y que se registró un aumento de la resistencia mecánica (Compresión y flexo-tracción) de los elementos

prefabricados ensayados, por lo tanto se puede afirmar que, se obtuvo un efecto de manera positivo al usar aditivo FR2 en bloques y adoquines de concreto.

RECOMENDACIONES.

Las pruebas realizadas tanto a los agregados (finos y gruesos) como al cemento, demuestran que son aptos para su empleo en mezclas de concreto, por lo tanto, se recomienda su uso en construcciones de obras civiles.

En cuanto a la granulometría, el material cero no cumple con lo especificado en la ASTM C 33 para agregados finos, de igual manera la arena Motastepe no se ajusta solo en la malla N° 200 y no cumple con el módulo de finura, lo antes dicho no significa un inconveniente del uso de estos materiales como componentes en la fabricación de bloques y adoquines de concreto ya que la aceptación o rechazo de los mismos se rige por el cumplimiento de la resistencia mecánica como producto final, por otro lado, el comité ACI 318-14 en el capítulo 26 también indica lo siguiente:

“Aquellos materiales que no cumplen con las normas pueden permitirse, mediante una aprobación especial, cuando se presente evidencia aceptable de comportamiento satisfactorio. Debe observarse, sin embargo, que el comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buen comportamiento en otras condiciones y en otros lugares. Siempre que sea posible, deben utilizarse agregados que cumplan con las normas establecidas.” **(ACI 318S, 2014)**

Los bloques de concreto en estudio (sin aditivo), cumplen con los requerimientos de la NTON 12 008-09, entonces se recomienda clasificarlo como bloque tipo BE-2 y que dichos elementos puedan usarse en sistemas constructivos de mampostería confinada y reforzada en las zonas sísmicas A y B del Reglamento Nacional de Construcción de Nicaragua.

En vista de que los bloques tipo BE-2 con uso de aditivo FR2, alcanzan la resistencia a la compresión mínima exigida por la norma a los 7 días de curado, se recomienda poner en servicio estos a estas edades.

Los adoquines de concreto en estudio (sin aditivo), cumplen con los requerimientos de la NTON 12 008-09, entonces se recomienda clasificarlo como adoquín tipo 1 y que dichos elementos puedan utilizarse como superficie de rodamiento en caminos, carreteras, calles y estacionamiento de todo tipo de vehículos.

Los adoquines tipo 1 con uso de aditivo FR2, alcanzan la resistencia a la compresión y flexo-tracción mínima exigida por la norma a los 12 días de curado, se recomienda poner en servicio estos a estas edades.

Con el empleo de aditivo FR2 en bloques de concreto tipo BE-2, se presenta un aumento de la resistencia a la compresión de los mismos, por lo que se recomienda reclasificar estos elementos a bloques tipo BE-1, los cuales superarán la resistencia mínima exigida por la NTON 12 008-09 a los 18 días.

Por las características propias de las mezclas de concreto con las que se fabricaron los bloques y adoquines de concreto, la cual debe de ser una mezcla seca, no fue posible verificar si el aditivo FR2 reduce agua de amasado, debido a esto se recomienda probar el aditivo en estudio en mezclas de concreto fluidas.

De todas las dosificaciones de FR2 empleadas en bloques y adoquines, solo la de 100 ml por bolsa de cemento, cumple con todos los requisitos exigidos por las normas NTON (12 008 – 09 y 12 009 – 10) Y la norma ASTM C 494, por lo tanto, se recomienda como única cantidad de FR2 a utilizar en la producción de prefabricados de concreto y se recomienda no utilizar dosificaciones por debajo de esta.

Debido a que FR2 es un producto nuevo, no hay estudios previos a este trabajo monográfico, y como el objetivo de este documento era investigar solo el efecto que tiene el aditivo en las propiedades de los prefabricados de concreto, por lo tanto, se recomienda que una vez se verifique la función del aditivo, ya que presenta características de un aditivo tipo C y tipo E, se establezca un estudio de costo-beneficio del empleo del aditivo en la fabricación de bloques y adoquines, por lo que una vez evaluada esta investigación monográfica, el fabricante del aditivo FR2 (empresa ASERQUIM) analizará todos los resultados contenidos en este documento ya que, su objetivo era conocer el efecto de su producto en los prefabricados de concreto, la dosificación idónea y clasificar el aditivo, para comercializarlo como producto para mejorar las propiedades de los prefabricados de concreto.

Bibliografía

ACI 318S. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. Michigan, USA.

Guía de Laboratorio de Materiales de construcción, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI_RUPAP). Managua.

Materiales de construcción. México (1974).

INCYC, I. N. (2014). Control de calidad del concreto en obra. Managua.

INCYC, I. N. (2015). La resistencia del concreto. Managua.

Instituto Nicaragüense del Concreto y del Cemento. (s.f.). Guía Básica para el Control de Calidad del Concreto en Obra. Managua.

PCA, P. C. (2004). Design and Control of concrete Mixtures.

Concreto Simple (2005).

American Section of the International Association for Testing Materials – ASTM

Norma Técnicas Obligatorias Nicaragüenses – NTON

Nueva Cartilla de la Construcción – Nicaragua

Normas Técnicas sobre Adoquines – Instituto Nicaragüenses del Cemento y el Concreto – Nicaragua

Normas Técnicas sobre bloques de concreto – Instituto Nicaragüenses del Cemento y el Concreto - Nicaragua

Una Mirada al Mundo del Prefabricado de Concreto – Instituto Nicaragüenses del Cemento y el Concreto - Nicaragua

Glosario

Acelerantes: Aditivos que cumplen con la función de acelerar el proceso de endurecimiento de la mezcla con el fin de obtener mayores resistencias a edades más tempranas.

Aditivo: Sustancia química que emplea antes o durante se produce las mezclas de concreto y mortero para modificar alguna o algunas de las propiedades, de tal manera que el materia cumpla con los requisitos estipulados por el tipo de obra.

ASTM: Por sus siglas en ingles “American Section of the International Association for Testing Materials”, Organismo Norte Americano que diseña los parámetros y códigos para La construcción y los materiales en el uso de la misma.

Árido: Material granulado que se utiliza como materia prima para la construcción, por su resistencia mecánica y estabilidad química, se caracteriza por su tamaño.

Conglomerantes: Material capaz de unir fragmentos de uno o varios material y dar cohesión y adherencia mediante transformaciones químicas que originan nuevos compuestos.

Dosificación: Implica establecer las proporciones de materiales para la elaboración de mezclas de concreto o mortero, con el fin de cumplir con los requerimientos que la obra demanda.

Mampostería Confinada: Es un sistema constructivo que resiste cargas laterales en el cual la mampostería está confinada por marcos de concreto reforzado; los bloques de mampostería constituyen el alma de un diafragma y los marcos constituyen los patines.

Mampostería Reforzada: Sistema constructivo en el que se utilizan muros constituidos de bloques sólidos o huecos de concreto, en el que se dispone de acero de refuerzo tanto en la dirección vertical como horizontal, de tal manera que el acero y la mampostería trabajen de manera conjunta.

Pavimento: Estructura construida sobre el terreno de fundación para permitir el tráfico sobre este.

ANEXOS

ANEXO A-1 PRUEBAS DE LABORATORIO.

En este anexo se presentan los procedimientos de las pruebas de laboratorio necesarias a los especímenes de prueba y de los materiales que los constituyen, las cuales serán comparadas por normas establecidas por ASTM y NTON según la prueba que corresponda.

1. Pruebas de laboratorio

Para la realización de este trabajo fue necesario realizar pruebas de laboratorio a los especímenes de prueba y de los materiales que los constituyen, las cuales serán comparadas por normas establecidas por ASTM y NTON según la prueba que corresponda.

1.1. Para el agregado fino y grueso

1.1.1. Determinación del contenido de humedad (ASTM C 566)

El contenido de humedad es la cantidad de agua presente en los materiales, el momento del ensaye, expresada en porciento del peso seco de su fase sólida.

1.1.2. Determinación de los pesos unitarios (ASTM C 29)

El peso unitario de un agregado (árido) es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas del agregado y sus correspondientes espacios ínter granulares.

Hay dos valores para esta relación, dependiendo del sistema de acomodamiento que se le haya dado al material inmediatamente antes de la prueba; la denominación que se le dará a cada uno de ellos será **Peso Unitario Seco Suelto** (PVSS) y **Peso Unitario Seco Compacto** (PVSC). Ambos sirven para establecer relaciones entre volúmenes y pesos de estos materiales.

También los Pesos Unitarios nos sirven para determinar el porcentaje de huecos existente en el árido.

1.1.3. Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción (ASTM C 128)

Cada partícula de árido está constituida por una parte sólida y otra de pequeños huecos o poros.

Se define como peso específico relativo o gravedad específica a la relación en peso entre una determinada cantidad de árido seco y el peso de un volumen

igual de agua; considerando como volumen de los áridos a la suma de los volúmenes de la parte sólida y poros.

1.1.4. Determinación del análisis granulométrico (ASTM C 136)

Este ensaye consiste en determinar la distribución del tamaño de las partículas que contiene una muestra de agregado, los cuales desempeñan un papel muy importante en las propiedades de los concretos que lo contienen. Así como la comparación de sus resultados con especificaciones estandarizadas.

1.1.5. Determinación a la resistencia al desgaste por cargas abrasivas, método de la MAQUINA DE LOS ANGELES del agregado grueso (ASTM C 131)

En este ensaye se mide la resistencia que ofrecen los agregados gruesos a la abrasión o golpes, para lo cual se introducirá una determinada cantidad de este material junto con esferas de acero, dentro de un cilindro metálico que se pondrá a rotar hasta un determinado número de revoluciones. Las esferas constituyen la carga abrasiva que tiende a destruir el material.

Es imprescindible que los áridos usados en la construcción, ya sea para la fabricación de concretos o morteros, tengan una adecuada resistencia a la abrasión que garantice la no excesiva fragmentación durante su manipulación o uso.

1.2. Cemento

1.2.1. Determinación de la consistencia normal del cemento hidráulico (ASTM C 197)

El objetivo fundamental de este ensayo es el de determinar la cantidad de agua correspondiente a la denominada pasta de consistencia normal.

La consistencia normal se expresa mediante la relación en peso entre la cantidad de agua y cemento, expresado en tanto por ciento, cuando a una pasta de cemento previamente moldeado, penetra 10 ± 1 milímetro un embolo de diámetro

de 10 mm. Para los cementos normales la consistencia normal estará entre 26 y el 32%.

1.2.2. Determinación de la gravedad específica de cemento (ASTM C 188-84)

Este método cubre la determinación del peso específico del cemento hidráulico. Su utilidad particular se debe a que este se usa en el diseño y control de las mezclas de concreto.

1.2.3. Determinación de tiempo de fraguado mediante de la aguja de Vicat (ASTM C 191-82)

Este método de prueba se utiliza para determinar el tiempo de fraguado inicial y final del cemento hidráulico por medio de la aguja de Vicat de 1 mm de diámetro.

El tiempo de fraguado inicial determina el período de tiempo, desde el amasado de la pasta, en el cual esta se encuentra en un estado que permite ser moldeada con relativa facilidad sin que se alteren considerablemente sus propiedades físicas y químicas.

El tiempo de fraguado final es el período de tiempo, medido desde el amasado de la pasta, hasta el momento en que debido a las reacciones de hidratación esta tiene la consistencia de un material rígido.

El tiempo de fraguado inicial y final dependen principalmente de los siguientes factores: Composición mineralógica del cemento, finura de molido del mismo, relación agua/cemento de la mezcla, temperatura a que se encuentran los materiales en el momento de la fabricación de la mezcla, temperatura ambiente y humedad relativa.

El tiempo de fraguado inicial, es el tiempo desde el inicio que el agua se agrega para la elaboración de la pasta, hasta que la aguja de Vicat de diámetro 1 mm marque una penetración de 25 mm.

El tiempo de fraguado final es el tiempo transcurrido desde el inicio que el agua se agrega al cemento, hasta que la aguja de Vicat de diámetro 1 mm, no deje huella apreciable sobre su superficie (0 a 3 mm).

1.3. Bloques de concreto

1.3.1. Resistencia a la compresión en bloques de concreto (NTON 12 008-09)

Establecer los requisitos físicos y mecánicos de los bloques de concreto que se utilizan en las construcciones civiles, así como los procedimientos para el control de calidad de los mismos.

Los requisitos mínimos a esfuerzo de compresión a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de bloques según norma NTON 12 008-09 son:

Tabla A-1.1. Valores mínimos de resistencia a la compresión de bloques de concreto.

| Tipo | Resistencia mínima a la compresión promedio de tres piezas | Resistencia mínima a la compresión para una pieza individual MPA |
|-------------|---|---|
| Bloque BE-1 | 13.65 Mpa (1,980 psi) | 12.19 Mpa (1,765 psi) |
| Bloque BE-2 | 8.41 Mpa (1,220 psi) | 7.51 Mpa (1,090 psi) |
| Bloque BNE | 5.65 Mpa (820 psi) | 5.04 Mpa (732 psi) |

Nota : El calculo de la resistencia se calcula sobre el área neta.

1.4. Adoquines de concreto

1.4.1. Resistencia a la flexo-tracción en adoquines de concreto (NTON 12 009-10)

Establecer los requisitos físicos y mecánicos de los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos según el **NIC-2000**, así como para los adoquines que se utilizan en andenes peatonales.

Los requisitos mínimos a esfuerzo de flexo-tracción a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de adoquines según norma **NTON 12 009-10** son:

Tabla A-1.2. Valores mínimos de resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto.

| Tipo de Adoquín | Resistencia Mínima a la flexo-tracción promedio MPa (kg/cm ²) | Resistencia Mínima a la flexo-tracción para una muestra MPa (kg/cm ²) |
|-------------------------|---|---|
| Adoquín Tipo 1 | 5.00 (50.98) | 4.20 (42.83) |
| Adoquín Tipo 2 | 4.25 (43.33) | 3.57 (36.42) |
| Adoquín Especial | x | x |

(x): según diseño

1 MPa= 1 N/mm² = 10,1972 kg/cm²

1.4.2. Resistencia a la compresión en adoquines de concreto (NTON 12 009-10)

Establecer los requisitos físicos y mecánicos de los adoquines de concreto que se utilizan como superficie de rodamiento en carreteras, caminos secundarios, calles y estacionamientos según el **NIC-2000**, así como para los adoquines que se utilizan en andenes peatonales.

Los requisitos mínimos a esfuerzo de compresión a los 28 días que deben cumplir los distintos tipos de adoquines según norma **NTON 12 009-10** son:

Tabla A-1.3. Valores mínimos de resistencia a la compresión de adoquines de concreto.

| Tipo de Adoquín | Resistencia Mínima a la compresión promedio MPa (kg/cm ²) | Resistencia Mínima a la compresión para una muestra MPa (kg/cm ²) |
|-------------------------|---|---|
| Adoquín Tipo 1 | 24.22 (247) | 21.80 (222) |
| Adoquín Tipo 2 | 20.60 (210) | 18.54 (189) |
| Adoquín Especial | x | x |

(x): según diseño

1 MPa= 1 N/mm² = 10,1972 kg/cm²

ANEXO A-2 FABRICACION DE LOS PREFABRICADOS DE CONCRETO.

En este anexo se presentan los procedimientos de elaboración de los bloques y adoquines de concreto, los cuales se fabricaron en la ladrillera San Pablo S.A.

Proceso de Fabricación:

El proceso de fabricación tiene el siguiente ciclo:

1. Recolección de la materia prima básica, que consiste en los agregados tanto gruesos como finos y el cemento. (ver imagen 1).
2. Tamizado de la arena para eliminar raíces y elementos extraños que puedan alterar sus características físicas, con un juego de mallas que al mismo tiempo graden adecuadamente el agregado.
3. Proporcionamiento de los materiales y mezclado de los mismos con la adición de agua.
4. Colar el concreto en los moldes.
5. Extraer el bloque o adoquín de los moldes.
6. Curar hasta que adquieran su completa dureza.
7. Almacenar las piezas.
8. Hacer un muestreo y probar las muestras: Estas pruebas deben realizarse para garantizar que las unidades cumplen con los requisitos de calidad según las normas locales y de esta manera ponerlos a la venta sabiendo de hecho que tienen calidad aceptable.

Imagen 1. Preparación de la materia prima para la fabricación de prefabricados de concreto. Foto: Fuente propia.



Los prefabricados de concreto se elaboraron moldeando una mezcla semi-seca de concreto con una maquinaria, la cual los golpeaba (Ver imagen 2). En la ladrillera San Pablo S.A. se utiliza una maquina marca **BLOQUERS** (Ver siguiente imagen).

Imagen 2. Maquina marca **BLOQUERS**, para fabricar bloques de concreto, en la ladrillera San Pablo S.A. Foto: Fuente propia.



Imagen 3. Proceso de fabricación de adoquines de concreto. Foto: Fuente propia.



Los bloques y adoquines, después de colados y moldeados (ver imagen 4), se curaron hasta que adquirieron su completa dureza para garantizar así mismo que la mayor parte de su contracción por secado ha ocurrido ya antes de que el bloque o el adoquín se use en la construcción. Los prefabricados de concreto se curaron en forma natural, los cuales se almacenaron en pilas cubiertas, conservándolas húmedas durante aproximadamente siete días, y dejándoles entonces secar lentamente. Con este tratamiento los bloques y adoquines se mantuvieron en condiciones de usarse en unas cuatro semanas.

Imagen 4. Curado de bloques y adoquines. Foto: Fuente propia.



Para la obtención de bloques y adoquines de calidad, los agregados, el cemento y el agua deben mezclarse, según la proporción requerida, en cantidades lo más exacto posible. Generalmente los materiales se cuantifican por peso o por

volumen, dependiendo del control que se tenga. Si no se tiene un buen control, resultarán bloques y adoquines de calidad impredecible.

La vibro-compresión es de suma importancia ya que determina el buen acomodo de las partículas del concreto, sin el cual el bloque o el adoquín pierde muchas de sus cualidades, adquiriendo una mala apariencia exterior, con huecos exteriores e interiores, y estas oquedades reducen considerablemente su resistencia.

ANEXO A-2 RESULTADOS DE LABORATORIO AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.

En este anexo se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas los agregados constituyentes de bloques y adoquines de concreto, las cuales serán comparadas por normas establecidas por ASTM y NTON según la prueba que corresponda. (Para el agregado fino se eliminaron las partículas mayores a la malla N°4).

1. Agregado grueso.

En la **tabla A-2.1** se presentan los resultados del peso unitario, tanto suelto como compacto, el contenido de humedad y la abrasión del agregado grueso **AGRENIC**, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en las normas **ASTM C29**, **C566** y **C131**, respectivamente.

Tabla A-2.1. Resultados pesos unitarios, humedad y abrasión agregado grueso AGRENIC.

| Peso unitario | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| Suelto Kgr/m ³ | Compacto Kgr/m ³ | Humedad % | Abrasión % |
| 1413.78 | 1561.89 | 0.89 | 25 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En la **tabla A-2.2** se observan los resultados realizados al agregado grueso **AGRENIC**, pruebas indicadas en la norma **ASTM C 127**, correspondiente al porcentaje de absorción y los diferentes valores de gravedad para el agregado grueso.

Tabla A-2.2. Resultados gravedad específica y absorción agregado grueso AGRENIC

| Gravedad específica | | | Absorción % |
|---------------------|-------|------------|----------------|
| (SH) | (SSS) | (Aparente) | |
| 2.325 | 2.477 | 2.741 | 1.2 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

2. Agregado fino.

En la **tabla A-2.3** se presenta el resultado de la prueba **ASTM C 29**, peso unitario del agregado fino y el contenido de humedad **ASTM C566**.

Tabla A-2.3. Resultados pesos unitarios y humedad agregado fino.

| Peso unitario | | | |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| Agregado Fino | Suelto Kgr/m ³ | Compacto Kgr/m ³ | Humedad % |
| Mat. Cero | 1789.77 | 2038.61 | 0.70 |
| Arena Motastepe | 1394.00 | 1430.67 | 1.48 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En la **tabla A-2.4** se muestran los resultados del porcentaje de absorción y los diferentes valores de gravedad para el agregado fino, prueba realizada siguiendo lo indicado en la norma **ASTM C 128**.

Tabla A-2.4. Resultados gravedad específica y absorción agregado fino AGRENIC

| Agregado Fino | Gravedad específica | | | Absorción % |
|-----------------|---------------------|-------|------------|-------------|
| | (SH) | (SSS) | (Aparente) | |
| Mat. Cero | 2.79 | 2.85 | 2.93 | 1.69 |
| Arena Motastepe | 2.59 | 2.60 | 2.64 | 6.00 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Para mejor comprensión, en la **tabla A-2.5** se han agrupado las principales propiedades de los agregados, tanto de los finos como de los gruesos, las cuales cumplen con las normas **ASTM**.

Tabla A-2.5. Principales propiedades de los agregados gruesos y finos

| Propiedad | | Unidad Medida | Agregado | | |
|-----------------------------|------------|--------------------|----------|-----------|-----------------|
| | | | Grava | Mat. Cero | Arena Motastepe |
| Peso Unitario | Suelto | Kgr/m ³ | 1413.78 | 1789.77 | 1394.00 |
| | Compacto | Kgr/m ³ | 1561.89 | 2038.61 | 1430.67 |
| Gravedad específica | (SH) | Factor | 2.33 | 2.79 | 2.59 |
| | (SSS) | Factor | 2.48 | 2.85 | 2.60 |
| | (Aparente) | Factor | 2.74 | 2.93 | 2.64 |
| Abrasión | | % | 25 | - | - |
| Absorción | | % | 1.2 | 1.69 | 6.00 |
| Humedad | | % | 0.89 | 0.70 | 1.48 |
| Tamaño máximo (TM) | | Pulgadas | 1/2 | - | - |
| Tamaño máximo nominal (TMN) | | Pulgadas | 3/8 | - | - |
| Módulo de finura | | Factor | - | 2.92 | 3.27 |
| Impurezas orgánicas | | | - | No | No |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

ANEXO A-3 RESULTADOS DE LABORATORIO CEMENTO.

En este anexo se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas al cemento, las cuales serán comparadas por normas establecidas por ASTM y NTON según la prueba que corresponda. De igual manera al final de este anexo se presentará el certificado de calidad del cemento en estudio de la empresa HOLCIM.

1. Cemento.

En la tabla A-3.1 se muestran los resultados para determinar la consistencia normal del cemento portland tipo GU, prueba realizada siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 197.

Tabla A-3.1. Determinación de la consistencia normal del cemento.

| Prueba | Peso del cemento | Agua (ml) | Agua (%) | Penetración (mm) | Temperatura (°C) | Humedad Relativa (%) |
|--------|------------------|-----------|----------|------------------|------------------|----------------------|
| 1 | 650.00 | 192.41 | 29.6 | 11.50 | 24.9 | 65.3 |
| 2 | 650.00 | 188.51 | 29.0 | 9.50 | 24.5 | 55.5 |
| 3 | 650.05 | 182.00 | 28.0 | 8.00 | 24.6 | 55.6 |
| 4 | 650.01 | 193.70 | 29.8 | 12.50 | 24.7 | 55.5 |
| 5 | 650.03 | 195.00 | 30 | 12.00 | 24.5 | 60.3 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En la tabla A-3.2 se muestran los resultados para determinar la gravedad específica del cemento portland tipo GU, prueba realizada siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 188.

Tabla A-3.2. Determinación de la gravedad específica del cemento.

| Peso del cemento (gr) | 64 | 64 | 64 |
|---------------------------------|------|------|------|
| Volumen inicial cm ³ | 0.3 | 0.7 | 0.8 |
| Volumen final cm ³ | 21.1 | 21.7 | 21.3 |
| Temperatura inicial °C | 27 | 25.4 | 26.4 |
| Temperatura final °C | 27.2 | 25.1 | 26.7 |
| Gravedad específica | 3.08 | 3.05 | 3.12 |
| GE Promedio cemento | 3.08 | | |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las tablas A-3.3 y A-3.4 se muestran los resultados para determinar los tiempos de fraguado del cemento portland tipo GU, prueba realizada siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 191.

Tabla A-3.3. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento.

| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | |
|---------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 40 | | 30 | 40 | | 30 | 40 | |
| 45 | 38 | | 45 | 39 | | 45 | 38.5 | |
| 60 | 37.2 | | 60 | 38.5 | | 60 | 37 | |
| 75 | 35.5 | | 75 | 34.6 | | 75 | 33 | |
| 90 | 34 | | 90 | 30.5 | | 90 | 30 | |
| 105 | 28 | | 105 | 28 | | 105 | 27 | |
| 128.09 | 25 | Fraguado Inicial | 129.75 | 25 | Fraguado Inicial | 125.73 | 25 | Fraguado Inicial |
| 120 | 17 | | 120 | 16 | | 120 | 16 | |
| 135 | 11 | | 135 | 10 | | 135 | 11 | |
| 150 | 9 | | 150 | 8 | | 150 | 8 | |
| 165 | 6 | | 165 | 6 | | 165 | 5 | |
| 180 | 1.5 | | 180 | 2 | | 180 | 1.5 | |
| 195 | 1 | | 195 | 1 | | 195 | 1 | |
| 210 | 0.5 | | 210 | 0.3 | | 210 | 0.5 | |
| 225 | 0 | Fraguado Final | 225 | 0 | Fraguado Final | 225 | 0 | Fraguado Final |
| 240 | | | 240 | | | 240 | | |
| 255 | | | 255 | | | 255 | | |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

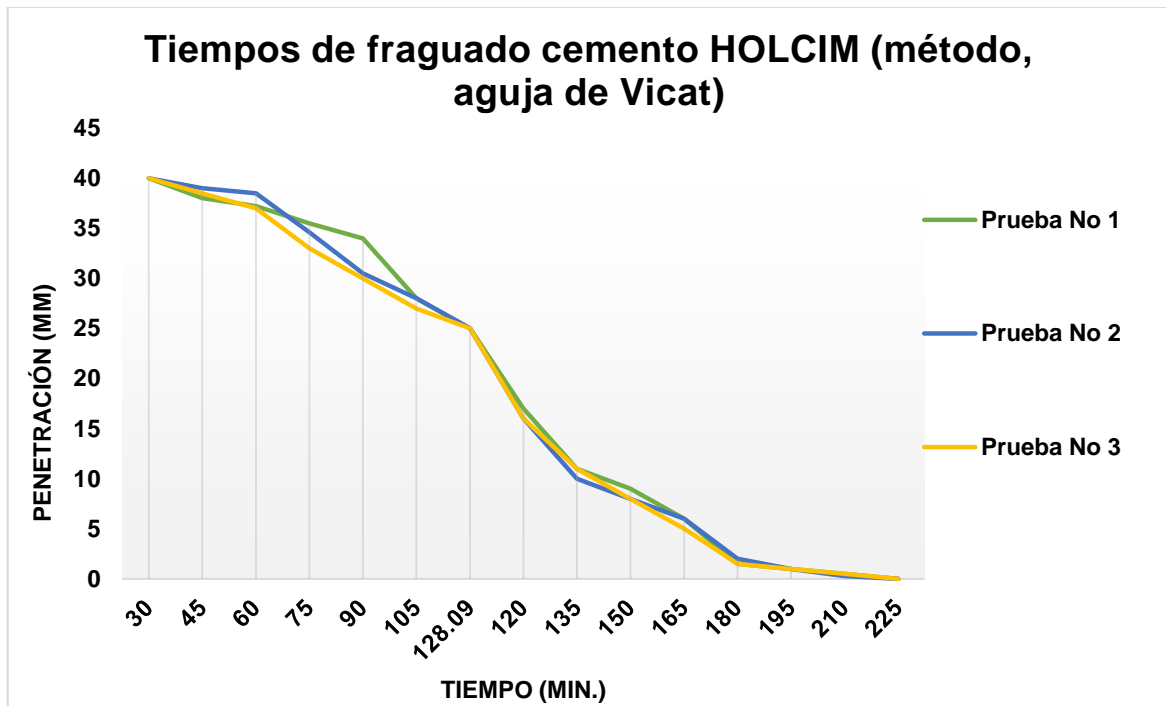
Tabla A-3.4. Promedio de tres pruebas individuales.

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Fraguado Inicial (min) | 128 |
| Fraguado Final (hrs) | 03:45 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En la gráfica A-3.1 se muestran los resultados de la penetración vs el tiempo, para determinar los tiempos de fraguado del cemento portland tipo GU, prueba realizada siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 191.

Gráfica A-3.1. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

2. Tiempos de fraguado del cemento con aditivo FR2.

En las siguientes tablas y graficas se muestran los resultados para determinar los tiempos de fraguado del cemento portland tipo GU empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 191.

Tabla A-3.5. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 20 ml de aditivo FR2.

| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | |
|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 40 | | 30 | 40 | | 30 | 40 | |
| 45 | 38.5 | | 45 | 38 | | 45 | 38 | |
| 60 | 37.5 | | 60 | 37 | | 60 | 37 | |
| 75 | 35 | | 75 | 34 | | 75 | 33.5 | |
| 90 | 28 | | 90 | 27 | | 90 | 28 | |
| 105 | 25 | Fraguado Inicial | 105 | 25 | Fraguado Inicial | 105 | 26 | |
| 120 | 18 | | 120 | 17.5 | | 106.07 | 25 | Fraguado Inicial |
| 135 | 12 | | 135 | 10 | | 120 | 12 | |
| 150 | 7 | | 150 | 6 | | 135 | 10.5 | |
| 165 | 3 | | 165 | 2 | | 150 | 6 | |
| 180 | 1 | | 180 | 0.5 | | 165 | 2 | |
| 195 | 0.5 | | 195 | 0.2 | | 180 | 0.5 | |
| 210 | 0 | Fraguado Final | 210 | 0 | Fraguado Final | 195 | 0.2 | |
| 225 | | | 225 | | | 210 | 0 | Fraguado Final |
| 240 | | | 240 | | | 225 | | |

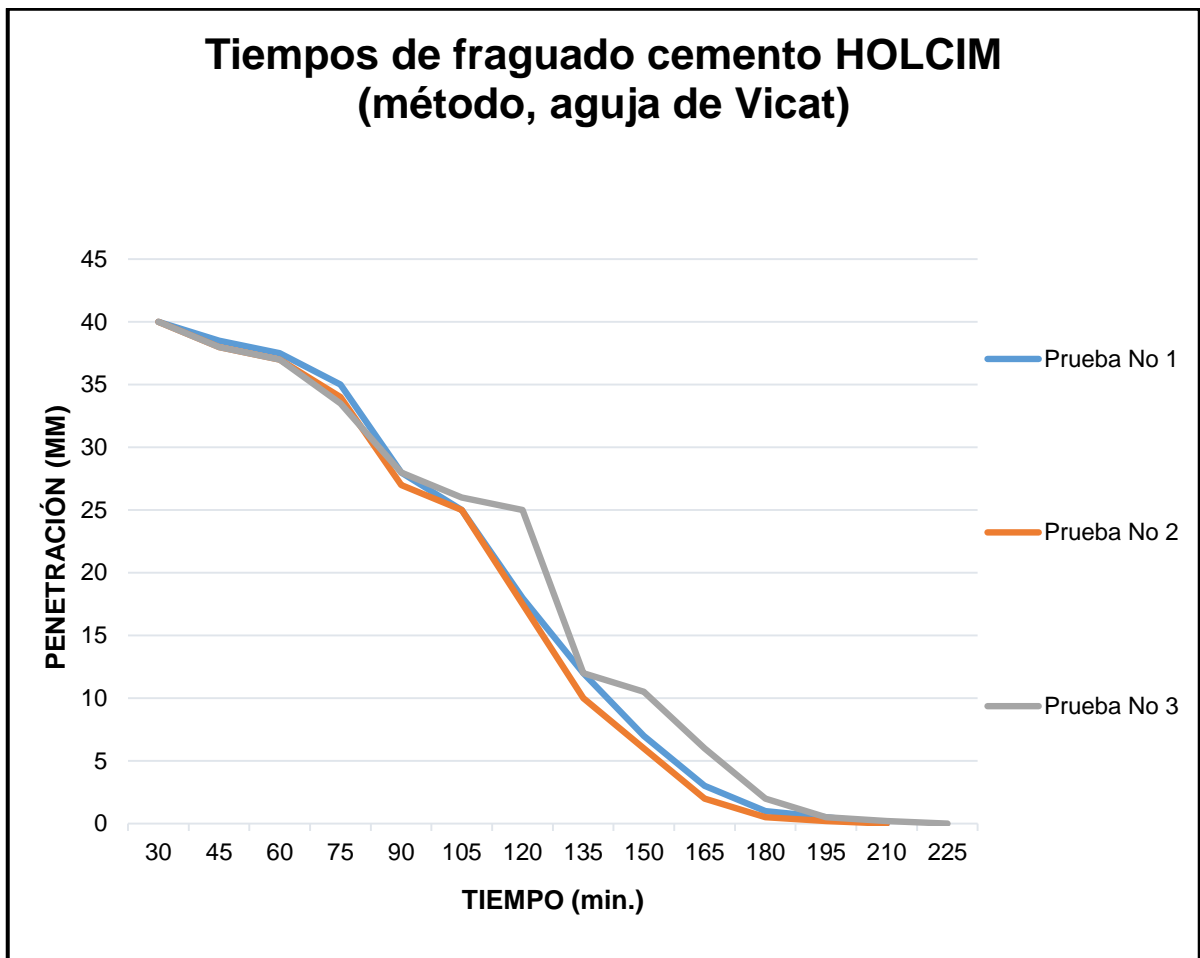
Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.6. Promedio de tres pruebas individuales.

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Fraguado Inicial (min) | 105.36 |
| Fraguado Final (hrs) | 210 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Gráfica A-3.2. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 20 ml de aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.7. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 40 ml de aditivo FR2.

| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | |
|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 40 | | 30 | 40 | | 30 | 40 | |
| 45 | 37.5 | | 45 | 38 | | 45 | 39 | |
| 60 | 36 | | 60 | 36.5 | | 60 | 37.5 | |
| 75 | 29 | | 75 | 30 | | 75 | 30.5 | |
| 90 | 25 | Fraguado Inicial | 87.5 | 25 | Fraguado Inicial | 90 | 25 | Fraguado Inicial |
| 105 | 23 | | 90 | 24 | | 105 | 18.5 | |
| 120 | 14 | | 105 | 22 | | 120 | 8.5 | |
| 135 | 3 | | 120 | 13.5 | | 135 | 2.5 | |
| 150 | 1.5 | | 135 | 3 | | 150 | 1 | |
| 165 | 0.8 | | 150 | 1.5 | | 165 | 0.8 | |
| 180 | 0 | Fraguado Final | 165 | 0.7 | | 180 | 0 | Fraguado Final |
| 195 | | | 180 | 0 | Fraguado Final | 195 | | |
| 210 | | | 195 | | | 210 | | |

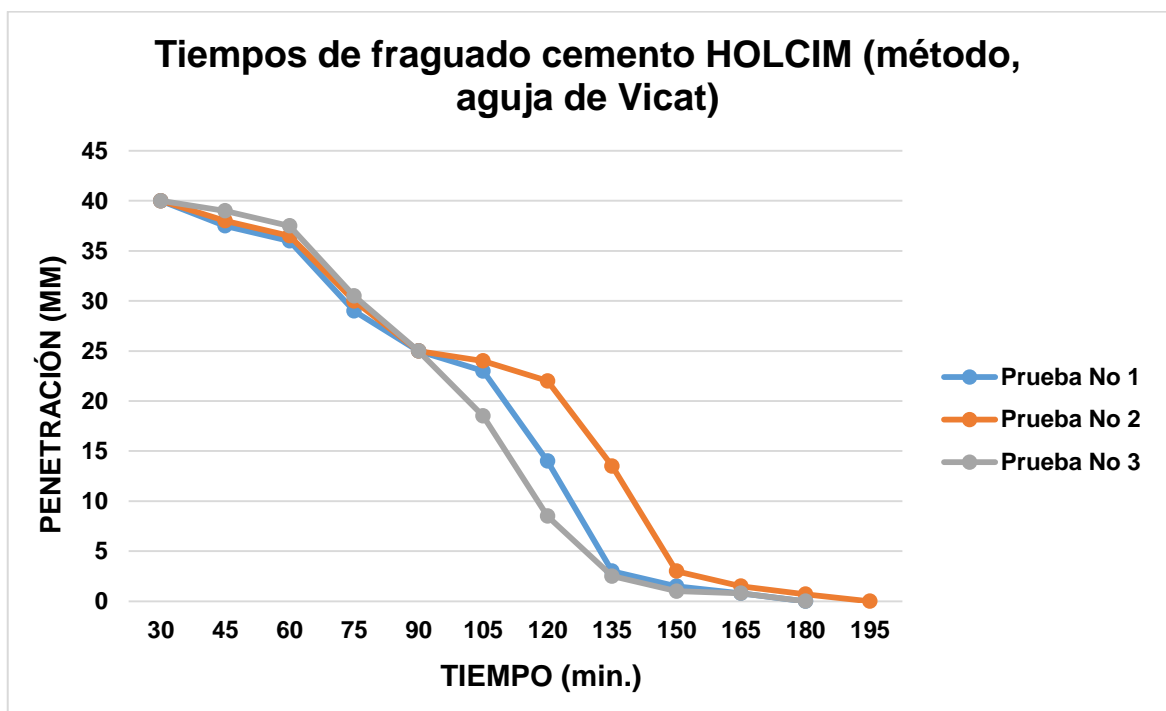
Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.8. Promedio de tres pruebas individuales

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Fraguado Inicial (min) | 89.17 |
| Fraguado Final (hrs) | 180.00 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Gráfica A-3.3. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 40 ml de aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.9. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 60 ml de aditivo FR2.

| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | | | |
|-------------|-------------|------------------|-------------|------------|-------------|------------------|--|------------|-------------|------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | | Tiempo min | Penetración | Observaciones | | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 40 | | | 30 | 40 | | | 30 | 39 | |
| 45 | 37.5 | | | 45 | 37 | | | 45 | 36 | |
| 60 | 28 | | | 60 | 27 | | | 60 | 32 | |
| 75 | 26 | | | 75 | 25.5 | | | 75 | 27 | |
| 77.5 | 25 | Fraguado Inicial | | 76.15 | 25 | Fraguado Inicial | | 78.53 | 25 | Fraguado Inicial |
| 90 | 20 | | | 90 | 19 | | | 90 | 18.5 | |
| 105 | 15 | | | 105 | 14 | | | 105 | 12 | |
| 120 | 7.5 | | | 120 | 8 | | | 120 | 8 | |
| 135 | 4 | | | 135 | 3.5 | | | 135 | 4 | |
| 150 | 2 | | | 150 | 1.5 | | | 150 | 1 | |
| 165 | 0.3 | | | 165 | 0.2 | | | 165 | 0.5 | |
| 180 | 0 | Fraguado Final | | 180 | 0 | Fraguado Final | | 180 | 0 | Fraguado Final |
| 195 | | | 195 | | | 195 | | | | |

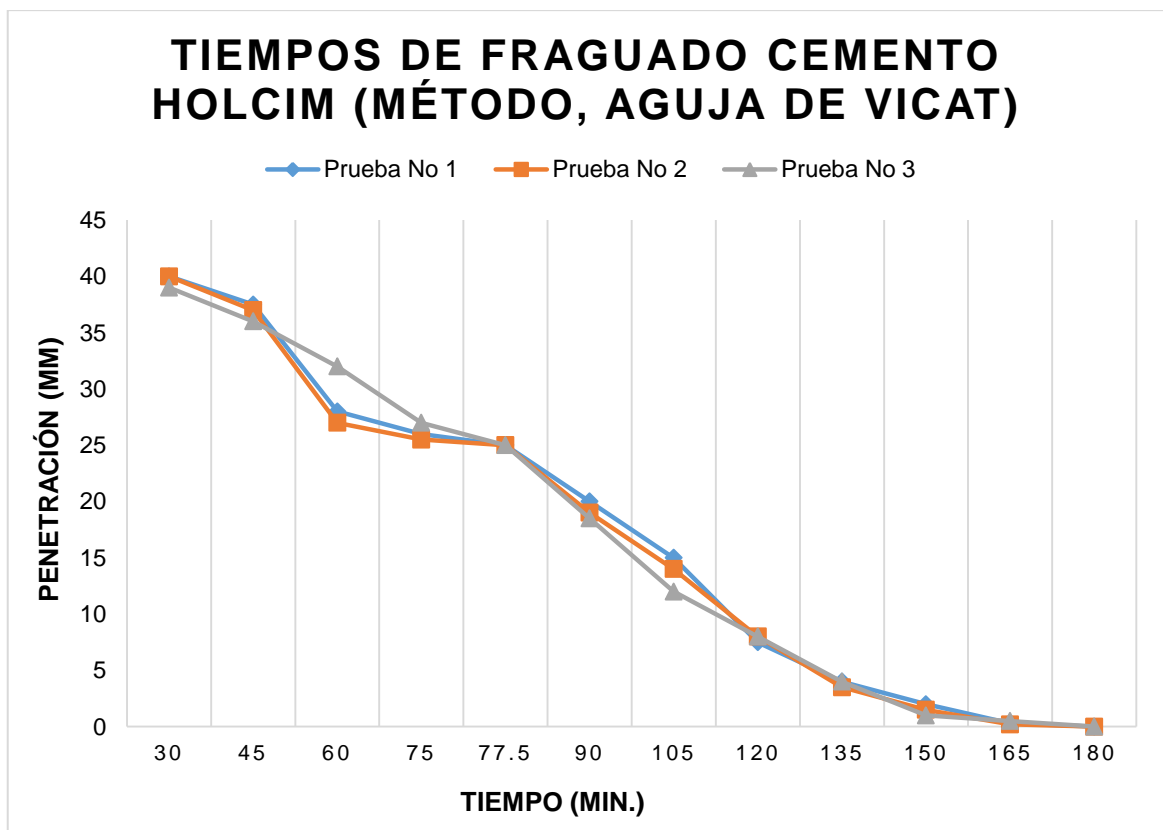
Tabla: EXEL, Fuente propia.

Tabla A-3.10. Promedio de tres pruebas individuales

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Fraguado Inicial (min) | 77.39 |
| Fraguado Final (hrs) | 180.00 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Gráfica A-3.4. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 60 ml de aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.11. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 80 ml de aditivo FR2.

| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | |
|-------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 38 | | 30 | 38 | | 30 | 37 | |
| 45 | 34 | | 45 | 36 | | 45 | 35.6 | |
| 60 | 29 | | 60 | 30 | | 60 | 28 | |
| 72 | 25 | Fraguado Inicial | 75 | 27 | | 75 | 26 | |
| 75 | 24 | | 78.33 | 25 | Fraguado Inicial | 76.88 | 25 | Fraguado Inicial |
| 90 | 17 | | 90 | 18 | | 90 | 18 | |
| 105 | 14 | | 105 | 13 | | 105 | 15 | |
| 120 | 8 | | 120 | 9 | | 120 | 7 | |
| 135 | 2 | | 135 | 3 | | 135 | 3 | |
| 150 | 0.8 | | 150 | 1 | | 150 | 1 | |
| 165 | 0 | Fraguado Final | 165 | 0 | Fraguado Final | 165 | 0 | Fraguado Final |
| 180 | | | 180 | | | 180 | | |

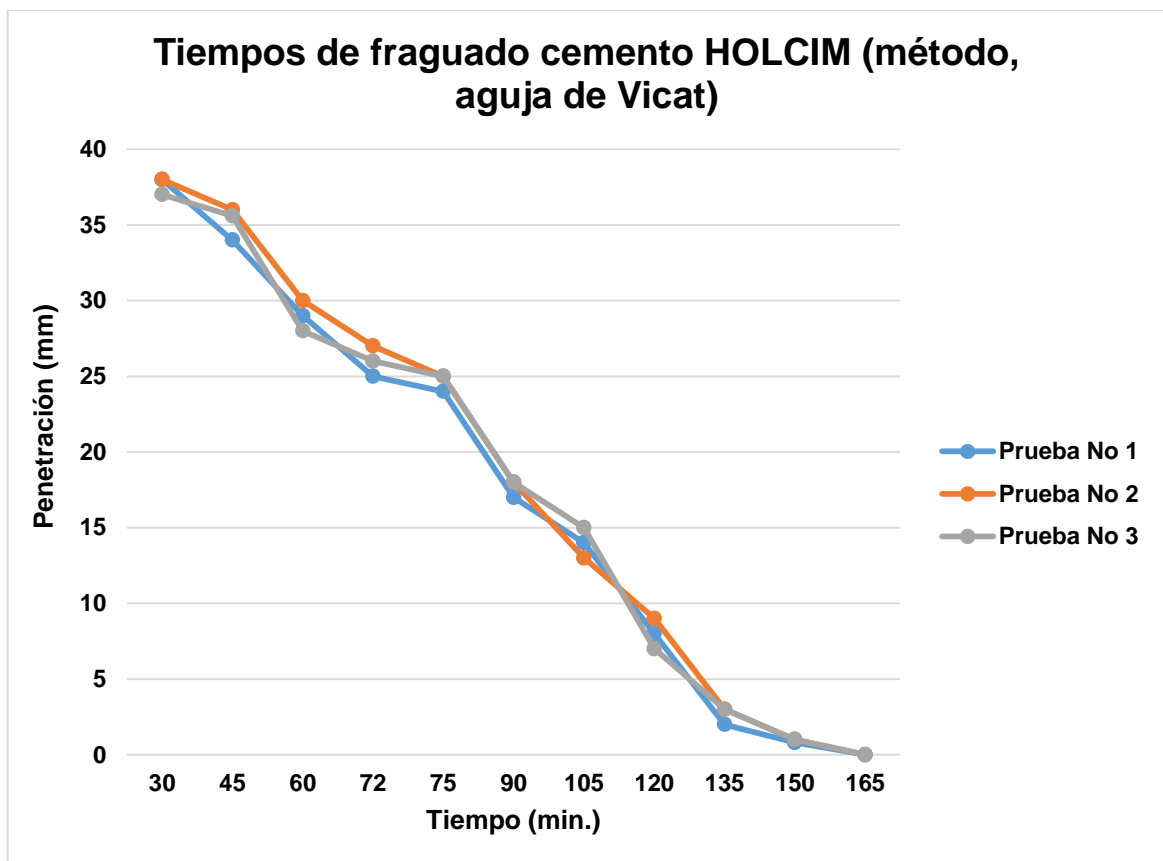
Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.12. Promedio de tres pruebas individuales.

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Fraguado Inicial (min) | 75.74 |
| Fraguado Final (hrs) | 165.00 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Gráfica A-3.4. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 80 ml de aditivo FR2.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.13. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento, para 100 ml de aditivo FR2.

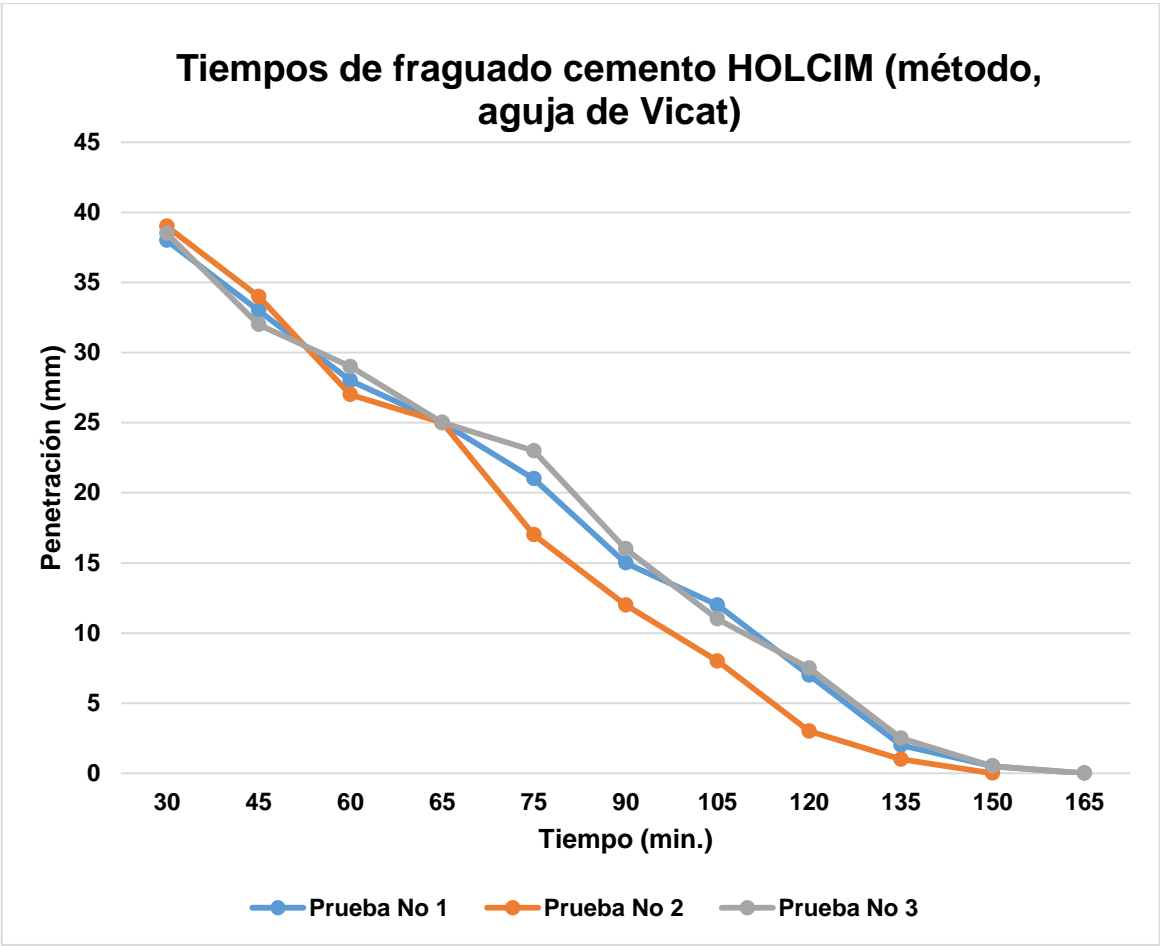
| Prueba No 1 | | | Prueba No 2 | | | Prueba No 3 | | |
|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones | Tiempo min | Penetración | Observaciones |
| 30 | 38 | | 30 | 39 | | 30 | 38.5 | |
| 45 | 33 | | 45 | 34 | | 45 | 32 | |
| 60 | 28 | | 60 | 27 | | 60 | 29 | |
| 65 | 25 | Fraguado Inicial | 65 | 25 | Fraguado Inicial | 64 | 25 | Fraguado Inicial |
| 75 | 21 | | 90 | 17 | | 75 | 23 | |
| 90 | 15 | | 105 | 12 | | 90 | 16 | |
| 105 | 12 | | 120 | 8 | | 105 | 11 | |
| 120 | 7 | | 135 | 3 | | 120 | 7.5 | |
| 135 | 2 | | 150 | 1 | | 135 | 2.5 | |
| 150 | 0.5 | | 165 | 0 | Fraguado Final | 150 | 0.5 | |
| 165 | 0 | Fraguado Final | 180 | | | 165 | 0 | Fraguado Final |
| 180 | | | 195 | | | 180 | | |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.14. Promedio de tres pruebas individuales

| | |
|------------------------|--------|
| Fraguado Inicial (min) | 64.67 |
| Fraguado Final (hrs) | 165.00 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.



Gráfica: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-3.15. CERTIFICADO DE CALIDAD CEMENTO HOLCIM.



Holcim (Nicaragua) S.A.

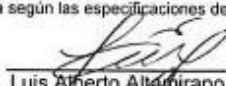
**CERTIFICADO DE CALIDAD CORRESPONDIENTE A
Agosto de 2014**

| CARACTERISTICAS FISICAS | CEMENTO Holcim | NORMAS ASTM C 1157-10 | NTON 12 006-11 |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| Peso Volumétrico Suelto (g/ml) | 1.2-1.3 | - | - |
| Densidad (g/ml) | 2,96 - 3,00 | - | - |
| Fraguado Inicial (minutos) | 130-160 | 45 (mínimo) | 45 (mínimo) |
| Fraguado Final (minutos) | 190-215 | 420 (máximo) | 420 (máximo) |
| Consistencia Normal (%) | 26.8-28.3 | - | - |
| Finura Blaine (cm ² /g) | 3400-4100 | - | - |
| Retenido Malla 45µm (%) | 13- 15 | - | - |
| Cambio de longitud en autoclave (%) | 0.0-0.2 | 0,8 (máximo) | 0,8 (máximo) |

| Resistencia a la Compresión en MPa | Promedio | Mínimo | Mínimo |
|------------------------------------|----------|--------|--------|
| 1 día | 9.2 | - | - |
| 3 días | 16.2 | 13 | 10 |
| 7 días | 20.8 | 20 | 17 |
| 28 días | 28.8 | 28 | 25 |

| Análisis Químico (% en peso) | | |
|--------------------------------|-----------|--|
| SiO ₂ | 26.0-30.0 | |
| Al ₂ O ₃ | 5.5-6.5 | |
| Fe ₂ O ₃ | 2.5-3.5 | |
| CaO | 45.0-50.0 | |
| MgO | 1.2-2.5 | |
| SO ₃ | 2.0-3.0 | |
| P.F. | 3.0-6.0 | |
| Na ₂ O | 0.5-0.7 | |
| K ₂ O | 0.2-0.3 | |
| R.I. | 24.0-32.0 | |
| CaO Libre | 1.0-2.0 | |

Holcim, es un cemento Tipo GU, de Uso General en la construcción que cumple con las especificaciones de la Norma NTON 12 006-11 NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE FABRICACIÓN, USO Y MANEJO DEL CEMENTO y ASTM C1157 - 10; Los ensayos químicos, se realizan de acuerdo a la Norma ASTM C114, por medio de AAS, por fusión de la muestra con Metaborato de Litio LiBO₂.
La resistencia a la compresión del cemento se realiza según las especificaciones de la norma ASTM C 109.


Luis Alberto Altamirano
Coordinador Calidad

ANEXO A-4 RESULTADOS DE LABORATORIO BLOQUES Y ADOQUINES CON Y SIN ADITIVO FR2.

En este anexo se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas los bloques y adoquines de concreto con y sin aditivo FR2, las cuales serán comparadas por normas establecidas por ASTM y NTON según la prueba que corresponda.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los bloques de concreto a 3 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|--------------------------|----------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 8-ago.-14 |
| Edad en días: | 3 |
| Tipo de bloque a ensayar | BE-2 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de bloque | Resistencia mínima de 3 u | | Tolerancia en Dimensiones reales (ancho, alto y largo) | | | % Absorción máxima |
|----------------|---------------------------|------|--|---|----|--------------------|
| | Mpa. | PSI | | | | |
| BE-1 | 13.65 | 1980 | ± | 3 | mm | 10 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 | ± | 3 | mm | 12 |
| BNE | 5.65 | 820 | ± | 3 | mm | 15 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.1. Resistencia a la compresión de bloques de concreto (prueba patrón) a 3 días de curado.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|-------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | |
| 0 - 1 | 14.9 | 19.5 | 19.5 | 35.9 | 40.0 | 13.226 | 7.124 | 31,292 | | 171,300 | 5.47 | 794.0 |
| 0 - 2 | 14.8 | 19.4 | 19.8 | 39.8 | 40.0 | 13.781 | 7.193 | 33,610 | | 172,700 | 5.14 | 745.3 |
| 0 - 3 | 14.9 | 19.8 | 19.5 | 39.8 | 39.8 | 12.855 | 6.875 | 30,435 | | 175,500 | 5.77 | 836.3 |
| 0 - 4 | 15.0 | 19.5 | 19.9 | 39.5 | 39.5 | 13.856 | 7.723 | 31,132 | | 170,200 | 5.47 | 792.9 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.9 | 19.6 | | 39.3 | | 13.429 | 7.229 | 31,617 | | 172,425 | 5.46 | 792 |
| Tolerancia ±3 mm | SI CUMPLE | NO CUMPLE | | SI CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

**La Resistencia no Cumple para BE-1,
Ni para BE-2,
Ni para el BNE.**

Tabla: EXEL, **Autor:** Fuente propia.

Tabla A-4.2. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|-------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | |
| 2 - 1 | 14.8 | 19.7 | 19.9 | 40.0 | 39.8 | 13.116 | 7.104 | 30,366 | | 184,700 | 6.08 | 882.2 |
| 2 - 2 | 15.0 | 19.5 | 19.7 | 39.9 | 39.5 | 13.245 | 7.203 | 30,827 | | 185,500 | 6.02 | 872.8 |
| 2 - 3 | 14.7 | 19.5 | 19.5 | 39.8 | 39.8 | 13.055 | 7.005 | 31,028 | | 185,300 | 5.97 | 866.2 |
| 2 - 4 | 14.5 | 19.5 | 19.5 | 39.8 | 40.0 | 13.627 | 7.234 | 32,785 | | 184,300 | 5.62 | 815.3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.6 | | 39.8 | | 13.261 | 7.136 | 31,251 | | 184,950 | 5.92 | 859 |
| Tolerancia ±3 mm | SI CUMPLE | NO CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

**La Resistencia no Cumple para BE-1,
Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.3. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|-------|-----|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | | |
| 4 - 1 | 14.7 | 19.0 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.113 | 32,307 | | 197,000 | 6.10 | 884.4 | |
| 4 - 2 | 14.6 | 19.1 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,042 | | 197,500 | 5.98 | 866.9 | |
| 4 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 197,300 | 6.25 | 906.5 | |
| 4 - 4 | 14.6 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 197,500 | 5.92 | 858.3 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.6 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.097 | 32,573 | | 197,325 | 6.06 | 879 | |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.4. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 6 -1 | 14.6 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.630 | 7.233 | 33,318 | | 222,100 | 6.67 | 966.8 |
| 6 - 2 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.625 | 6.661 | 31,065 | | 222,800 | 7.17 | 1040.2 |
| 6 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 12.616 | 7.610 | 26,070 | | 220,250 | 8.45 | 1225.3 |
| 6 - 4 | 14.5 | 19.1 | 19.2 | 39.8 | 39.9 | 13.927 | 6.98 | 36,277 | | 221,300 | 6.10 | 884.8 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.6 | 19.2 | | 39.9 | | 13.199 | 7.121 | 31,683 | | 221,613 | 7.10 | 1,029 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.5. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 8 -1 | 14.7 | 19.2 | 19.4 | 39.8 | 39.8 | 13.570 | 7.213 | 32,938 | | 238,800 | 7.25 | 1051.5 |
| 8 - 2 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.9 | 39.9 | 12.686 | 6.685 | 31,253 | | 239,800 | 7.67 | 1112.9 |
| 8 - 3 | 14.6 | 19.1 | 19.2 | 39.9 | 39.8 | 13.932 | 7.529 | 33,436 | | 238,900 | 7.14 | 1036.3 |
| 8 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.9 | 39.9 | 13.317 | 6.99 | 32,953 | | 239,500 | 7.27 | 1054.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.376 | 7.104 | 32,645 | | 239,250 | 7.33 | 1,064 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.6. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 10 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.3 | 39.9 | 39.8 | 13.306 | 7.124 | 32,201 | | 247,900 | 7.70 | 1116.6 |
| 10 - 2 | 14.6 | 19.1 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.524 | 7.221 | 32,911 | | 249,900 | 7.59 | 1101.3 |
| 10 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.9 | 39.9 | 12.666 | 6.565 | 31,776 | | 249,800 | 7.86 | 1140.2 |
| 10 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.937 | 7.529 | 33,375 | | 249,700 | 7.48 | 1085.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.8 | | 13.358 | 7.110 | 32,566 | | 249,325 | 7.66 | 1,111 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para
BE-1,
Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los bloques de concreto a 7 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|--------------------------|----------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 16-jul.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 23-jul.-14 |
| Edad en días: | 7 |
| Tipo de bloque a ensayar | BE-2 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de bloque | Resistencia mínima de 3 u | | Tolerancia en Dimensiones reales (ancho, alto y largo) | | | % Absorción máxima |
|----------------|---------------------------|------|--|---|----|--------------------|
| | Mpa. | PSI | | | | |
| BE-1 | 13.65 | 1980 | ± | 3 | mm | 10 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 | ± | 3 | mm | 12 |
| BNE | 5.65 | 820 | ± | 3 | mm | 15 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.7. Resistencia a la compresión de bloques de concreto (prueba patrón) a 7 días de curado.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 0 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 226,900 | 7.04 | 1021.4 |
| 0 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 227,000 | 6.85 | 993.8 |
| 0 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 224,100 | 7.10 | 1029.6 |
| 0 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 227,200 | 6.81 | 987.3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 226,300 | 6.95 | 1,008 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para
BE-1,
Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.8. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 2 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 241,000 | 7.48 | 1084.8 |
| 2 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 238,500 | 7.20 | 1044.2 |
| 2 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 239,000 | 7.57 | 1098.1 |
| 2 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 242,800 | 7.27 | 1055.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 240,325 | 7.38 | 1,071 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

**Ni para BE-2,
Si Cumple para
BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.9. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 4 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 255,200 | 7.92 | 1148.8 |
| 4 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 256,900 | 7.75 | 1124.7 |
| 4 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 254,500 | 8.06 | 1169.3 |
| 4 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 256,600 | 7.69 | 1115.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 255,800 | 7.86 | 1,139 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,
Ni para BE-2,
Si Cumple para BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.10. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | mm² | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 6 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 274,800 | 8.53 | 1237.0 |
| 6 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 275,700 | 8.32 | 1207.0 |
| 6 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 273,700 | 8.67 | 1257.5 |
| 6 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 273,300 | 8.19 | 1187.7 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 274,375 | 8.43 | 1,222 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

**Si Cumple para el
BE-2**

**Si Cumple para
BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.11. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | mm² | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 8 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 297,700 | 9.24 | 1340.1 |
| 8 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 285,000 | 8.60 | 1247.7 |
| 8 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 291,000 | 9.22 | 1337.0 |
| 8 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 305,500 | 9.15 | 1327.6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 294,800 | 9.05 | 1,313 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.12. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 10 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 301,300 | 9.35 | 1356.3 |
| 10 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 305,800 | 9.23 | 1338.8 |
| 10 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 303,400 | 9.61 | 1394.0 |
| 10 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 300,600 | 9.01 | 1306.3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 302,775 | 9.30 | 1,349 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

Si Cumple para el BE-2

Si Cumple para BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los bloques de concreto a 12 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|--------------------------|----------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 16-jul.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 28-jul.-14 |
| Edad en días: | 12 |
| Tipo de bloque a ensayar | BE-2 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de bloque | Resistencia mínima de 3 u | | Tolerancia en Dimensiones reales (ancho, alto y largo) | | | % Absorción máxima |
|----------------|------------------------------|------|---|---|----|-----------------------|
| | Mpa. | PSI | | | | |
| BE-1 | 13.65 | 1980 | ± | 3 | mm | 10 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 | ± | 3 | mm | 12 |
| BNE | 5.65 | 820 | ± | 3 | mm | 15 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.13. Resistencia a la compresión de bloques de concreto (prueba patrón) a 12 días de curado.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 0 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 288,500 | 8.95 | 1298.6 |
| 0 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 290,400 | 8.77 | 1271.4 |
| 0 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 285,960 | 9.06 | 1313.8 |
| 0 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 289,300 | 8.67 | 1257.2 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 288,540 | 8.86 | 1,285 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para
BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.14. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|-----------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 2 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 303,100 | 9.41 | 1364.4 |
| 2 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 306,300 | 9.25 | 1341.0 |
| 2 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 305,600 | 9.68 | 1404.1 |
| 2 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 303,400 | 9.09 | 1318.5 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 304,600 | 9.36 | 1,357 |
| Tolerancia ± 3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
 1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,
 Si Cumple para el
 BE-2
 Si Cumple para
 BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.15. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 4 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 318,000 | 9.87 | 1431.4 |
| 4 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 315,100 | 9.51 | 1379.5 |
| 4 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 319,300 | 10.11 | 1467.0 |
| 4 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 315,400 | 9.45 | 1370.6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 316,950 | 9.74 | 1,412 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.16. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|---|------------------|------------------|-------|------------------|-------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 6 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 352,000 | 10.92 | 1584.5 |
| 6 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 354,800 | 10.71 | 1553.3 |
| 6 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 350,100 | 11.09 | 1608.5 |
| 6 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 349,800 | 10.48 | 1520.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 351,675 | 10.80 | 1,567 |
| Tolerancia a ± 3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

**La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el BE-2
Si Cumple para BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.17. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 8 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 380,800 | 11.82 | 1714.1 |
| 8 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 381,300 | 11.51 | 1669.4 |
| 8 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 382,500 | 12.12 | 1757.4 |
| 8 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 383,900 | 11.50 | 1668.3 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 382,125 | 11.74 | 1,702 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el BE-2
Si Cumple para BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.18. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | mm² | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 10 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 391,600 | 12.15 | 1762.7 |
| 10 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 386,300 | 11.66 | 1691.2 |
| 10 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 386,600 | 12.25 | 1776.2 |
| 10 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 389,600 | 11.67 | 1693.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 388,525 | 11.93 | 1,731 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

**La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los bloques de concreto a 18 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|--------------------------|----------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 23-ago.-14 |
| Edad en días: | 18 |
| Tipo de bloque a ensayar | BE-2 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de bloque | Resistencia mínima de 3 u | | Tolerancia en Dimensiones reales (ancho, alto y largo) | | | % Absorción máxima |
|----------------|---------------------------|------|--|---|----|--------------------|
| | Mpa. | PSI | | | | |
| BE-1 | 13.65 | 1980 | ± | 3 | mm | 10 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 | ± | 3 | mm | 12 |
| BNE | 5.65 | 820 | ± | 3 | mm | 15 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.19. Resistencia a la compresión de bloques de concreto (prueba patrón) a 18 días de curado.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|-------|---------------|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|--------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | mm² | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | |
| 0 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 356,300 | 11.06 | 1603.8 |
| 0 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 353,600 | 10.67 | 1548.1 |
| 0 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 357,200 | 11.32 | 1641.2 |
| 0 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 353,900 | 10.60 | 1537.9 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 355,250 | 10.91 | 1,583 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

**La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE**

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.20. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | |
| 2 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 379,500 | 11.78 | 1708.3 |
| 2 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 373,300 | 11.27 | 1634.3 |
| 3 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 373,600 | 11.83 | 1716.5 |
| 4 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 376,600 | 11.28 | 1636.6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 375,750 | 11.54 | 1,674 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.21. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 4 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 399,500 | 12.40 | 1798.3 |
| 4 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 394,700 | 11.91 | 1728.0 |
| 4 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 408,200 | 12.93 | 1875.5 |
| 4 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 404,900 | 12.13 | 1759.6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 401,825 | 12.34 | 1,790 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.22. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| 6 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 425,400 | 13.20 | 1914.9 |
| 6 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 427,100 | 12.89 | 1869.9 |
| 6 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 424,200 | 13.44 | 1949.0 |
| 6 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 421,700 | 12.64 | 1832.6 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 424,600 | 13.04 | 1,892 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para BE-1,

*Si Cumple para el
BE-2*

*Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.23. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|----------------------|------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------|--------------|-------------------|-------------|-----------------------------------|------------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturad o | Sumer. | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| | | Lec. 1 | Lec. 2 | Lec. 1 | Lec. 2 | | | | | | | |
| 8 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 468,70 0 | 14.5 5 | 2109. 8 |
| 8 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 471,40 0 | 14.2 3 | 2063. 8 |
| 8 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 463,60 0 | 14.6 9 | 2130. 0 |
| 8 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 465,30 0 | 13.9 4 | 2022. 1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 467,25 0 | 14.3 5 | 2,081 |
| Toleranci a ±3 mm | No CUMPL E | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES

⋮

*La Resistencia Cumple para BE-1
Si Cumple para el BE-2
Si Cumple para BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.24. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 10 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 475,700 | 14.76 | 2141.3 |
| 10 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 479,300 | 14.47 | 2098.4 |
| 10 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 473,600 | 15.00 | 2176.0 |
| 10 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 477,900 | 14.32 | 2076.8 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 476,625 | 14.64 | 2,123 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para BE-1
Si Cumple para el BE-2
Si Cumple para BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los bloques de concreto a 28 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|--------------------------|----------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 16-jul-14 |
| Fecha de Ruptura: | 13-ago.-14 |
| Edad en días: | 28 |
| Tipo de bloque a ensayar | BE-2 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de bloque | Resistencia mínima de 3 u | | Tolerancia en Dimensiones reales (ancho, alto y largo) | | | % Absorción máxima |
|----------------|------------------------------|------|---|---|----|-----------------------|
| | Mpa. | PSI | | | | |
| BE-1 | 13.65 | 1980 | ± | 3 | mm | 10 |
| BE-2 | 8.41 | 1220 | ± | 3 | mm | 12 |
| BNE | 5.65 | 820 | ± | 3 | mm | 15 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.25. Resistencia a la compresión de bloques de concreto (prueba patrón) a 28 días de curado.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 0 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 395,000 | 12.26 | 1778.0 |
| 0 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 398,300 | 12.02 | 1743.8 |
| 0 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 402,100 | 12.74 | 1847.4 |
| 0 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 396,700 | 11.89 | 1723.9 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 398,025 | 12.23 | 1,773 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para BE-1,
Si Cumple para el BE-2
Si Cumple para BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.26. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 2 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 420,500 | 13.05 | 1892.8 |
| 2 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 412,200 | 12.44 | 1804.6 |
| 2 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 415,000 | 13.15 | 1906.7 |
| 2- 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 420,600 | 12.60 | 1827.8 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 417,075 | 12.81 | 1,858 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para
BE-1,
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.27. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 4 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 449,300 | 13.94 | 2022.5 |
| 4 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 447,500 | 13.51 | 1959.2 |
| 4 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 440,400 | 13.95 | 2023.4 |
| 4 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 449,500 | 13.47 | 1953.4 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 446,675 | 13.72 | 1,990 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para BE-1

*Si Cumple para el
BE-2*

*Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.28. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 6 - 1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 480,100 | 14.90 | 2161.1 |
| 6 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 488,800 | 14.75 | 2140.0 |
| 6 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 485,600 | 15.38 | 2231.1 |
| 6 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 484,800 | 14.53 | 2106.8 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 484,825 | 14.89 | 2,160 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para BE-1

*Si Cumple para el
BE-2*

*Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.29. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | | |
|---------------------|---------------|-------------|-------|--------------|-------|-------------|--------|--------------|-------------------|---------|-----------------------------------|--------|-----|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. | PSI |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | | | | |
| 8 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 509,700 | 15.82 | 2294.3 | |
| 8 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 518,200 | 15.64 | 2268.7 | |
| 8 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 516,500 | 16.36 | 2373.1 | |
| 8 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 510,700 | 15.30 | 2219.3 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 513,775 | 15.78 | 2,289 | |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para BE-1

Si Cumple para el BE-2

Si Cumple para BNE

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.30. Resistencia a la compresión de bloques de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| DIMENSIONES | | | | | | PESOS EN KG | | Area neta | Carga Aplicada | | Resistencia a la Compresión | |
|------------------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------------|--------|-----------|----------------|---------|-----------------------------|--------|
| Muestra | Ancho (cm) | Altura (cm) | | Largo (cm) | | Saturado | Sumer. | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | mm² | (lbs) | (N) | Mpa. |
| 10 -1 | 14.7 | 19.1 | 19.4 | 39.9 | 39.8 | 13.316 | 7.114 | 32,221 | | 528,500 | 16.40 | 2379.0 |
| 10 - 2 | 14.6 | 19.0 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.531 | 7.203 | 33,128 | | 533,500 | 16.10 | 2335.7 |
| 10 - 3 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 40.0 | 39.9 | 12.616 | 6.555 | 31,568 | | 530,200 | 16.80 | 2436.0 |
| 10 - 4 | 14.7 | 19.2 | 19.2 | 39.8 | 39.8 | 13.927 | 7.519 | 33,375 | | 533,200 | 15.98 | 2317.1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Promedio | 14.7 | 19.2 | | 39.9 | | 13.347 | 7.098 | 32,573 | | 531,350 | 16.32 | 2,367 |
| Tolerancia ±3 mm | No CUMPLE | SI CUMPLE | | NO CUMPLE | | | | | | | | |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para BE-1
Si Cumple para el
BE-2
Si Cumple para
BNE*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 3 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

CONTROL DE CALIDAD DE ADOQUINES

Nombre del fabricante: Monografía UNI
Dirección: -----
Teléfono: -----

Fecha de Fabricación:

| |
|-----------|
| 5-ago.-14 |
| 8-ago.-14 |
| 3 |
| C - 5 |
| Tipo - 1 |

Fecha de Ruptura:
Edad en días:
Tipo de adoquín a ensayar:

| Rectángulo inscrito | |
|---------------------|-----|
| Li (mm) = | 200 |
| ai (mm) = | 100 |

NTON 12 009-10

| Tipo de adoquín | MR (promedio) | MR (para una muestra individual) |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Tipo 1 | 5 | 4.2 |
| Tipo 2 | 4.25 | 3.57 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.31. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto (prueba patrón) a 3 días de curado.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 0 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,600.00 | 2.10 |
| 0 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 2,700.00 | 2.19 |
| 0 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 2,600.00 | 2.10 |
| 0 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,700.00 | 2.19 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 2,650.00 | 2.15 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquín no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.32. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|----|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 2 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,800.00 | 2.27 |
| 2 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 2,900.00 | 2.35 |
| 2 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 2,800.00 | 2.27 |
| 2 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,800.00 | 2.27 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 2,825.00 | 2.29 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquín no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.33. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 4 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,900.00 | 2.35 |
| 4 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 3,000.00 | 2.43 |
| 4 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 2,800.00 | 2.27 |
| 4 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 2,900.00 | 2.35 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 2,900.00 | 2.35 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.34. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 6 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,100.00 | 2.51 |
| 6 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 3,200.00 | 2.59 |
| 6 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 3,100.00 | 2.51 |
| 6 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,200.00 | 2.59 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 3,150.00 | 2.55 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.35. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 8 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,300.00 | 2.67 |
| 8 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 3,400.00 | 2.75 |
| 8 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 3,400.00 | 2.75 |
| 8 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,400.00 | 2.75 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 3,375.00 | 2.73 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.36. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 10 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,600.00 | 2.91 |
| 10 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 3,500.00 | 2.83 |
| 10 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 3,400.00 | 2.75 |
| 10 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,500.00 | 2.83 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 3,500.00 | 2.83 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 7 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

CONTROL DE CALIDAD DE ADOQUINES

Nombre del fabricante: Monografía UNI
Dirección: -----
Teléfono: -----

Fecha de Fabricación:

| |
|------------|
| 5-ago.-14 |
| 12-ago.-14 |
| 7 |
| C - 5 |
| Tipo - 1 |

Fecha de Ruptura:
Edad en días:
Tipo de adoquín a ensayar:

| Rectángulo inscrito | |
|---------------------|-----|
| Li (mm) = | 200 |
| ai (mm) = | 100 |

NTON 12 009-10

| Tipo de adoquín | MR (promedio) | MR (para una muestra individual) |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Tipo 1 | 5 | 4.2 |
| Tipo 2 | 4.25 | 3.57 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.37. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto (prueba patrón) a 7 días de curado

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 0 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,700.00 | 3.00 |
| 0 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 3,800.00 | 3.08 |
| 0 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 3,600.00 | 2.91 |
| 0 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,700.00 | 3.00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 3.700.00 | 3.00 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

*El adoquin no clasifica como Tipo 1
Ni para Tipo-2,
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.38. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 2 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,900.00 | 3.16 |
| 2 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,000.00 | 3.24 |
| 2 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,100.00 | 3.32 |
| 2 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 3,900.00 | 3.16 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 3,975.00 | 3.22 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

*El adoquin no clasifica como Tipo 1
Ni para Tipo-2,
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.39. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 4 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,100.00 | 3.32 |
| 4 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,300.00 | 3.48 |
| 4 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,200.00 | 3.40 |
| 4 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,200.00 | 3.40 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,200.00 | 3.40 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3Cmáx * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

*El adoquin no clasifica como Tipo 1
Ni para Tipo-2,
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.40. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 6 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,600.00 | 3.72 |
| 6 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,500.00 | 3.64 |
| 6 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,500.00 | 3.64 |
| 6 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,600.00 | 3.72 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,550.00 | 3.68 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3Cmáx * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

*El adoquin no clasifica como Tipo 1
Ni para Tipo-2,
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.41. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 8 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,600.00 | 3.72 |
| 8 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,700.00 | 3.81 |
| 8 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,800.00 | 3.89 |
| 8 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,700.00 | 3.81 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,700.00 | 3.81 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3Cmáx * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.42. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 10 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,900.00 | 3.97 |
| 10 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,800.00 | 3.89 |
| 10 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,700.00 | 3.81 |
| 10 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,800.00 | 3.89 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,800.00 | 3.89 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3Cmáx * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 12 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

CONTROL DE CALIDAD DE ADOQUINES

Nombre del fabricante: Monografía UNI
Dirección: -----
Teléfono: -----

Fecha de Fabricación:

| |
|------------|
| 5-ago.-14 |
| 17-ago.-14 |
| 12 |
| C - 5 |
| Tipo - 1 |

Fecha de Ruptura:
Edad en días:
Tipo de adoquín a ensayar:

| Rectángulo inscrito | |
|---------------------|-----|
| Li (mm) = | 200 |
| ai (mm) = | 100 |

NTON 12 009-10

| Tipo de adoquín | MR (promedio) | MR (para una muestra individual) |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Tipo 1 | 5 | 4.2 |
| Tipo 2 | 4.25 | 3.57 |
| | | |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.43. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto (prueba patrón) a 12 días de curado

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 0 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,500.00 | 3.64 |
| 0 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,400.00 | 3.56 |
| 0 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,400.00 | 3.56 |
| 0 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,500.00 | 3.64 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,450.00 | 3.60 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.44. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml.

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 2 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,600.00 | 3.72 |
| 2 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,500.00 | 3.64 |
| 2 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,700.00 | 3.81 |
| 2 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,600.00 | 3.72 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,600.00 | 3.72 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.45. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 4 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,800.00 | 3.89 |
| 4 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 4,800.00 | 3.89 |
| 4 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 4,900.00 | 3.97 |
| 4 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 4,800.00 | 3.89 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 4,825.00 | 3.91 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Ni para Tipo-2,

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.46. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 6 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,300.00 | 4.29 |
| 6 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 5,200.00 | 4.21 |
| 6 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 5,200.00 | 4.21 |
| 6 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,300.00 | 4.29 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 5,250.00 | 4.25 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.47. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 8 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,400.00 | 4.37 |
| 8 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 5,400.00 | 4.37 |
| 8 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 5,500.00 | 4.45 |
| 8 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,600.00 | 4.53 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 5,475.00 | 4.43 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.48. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 10 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,600.00 | 4.53 |
| 10 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 5,700.00 | 4.61 |
| 10 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 5,500.00 | 4.45 |
| 10 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,600.00 | 4.53 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 5,600.00 | 4.53 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 18 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

CONTROL DE CALIDAD DE ADOQUINES

Nombre del fabricante: Monografía UNI
Dirección: -----
Teléfono: -----

Fecha de Fabricación:

| |
|------------|
| 5-ago.-14 |
| 23-ago.-14 |
| 18 |
| C - 5 |
| Tipo - 1 |

Fecha de Ruptura:
Edad en días:
Tipo de adoquín a ensayar:

| Rectángulo inscrito | |
|---------------------|-----|
| Li (mm) = | 200 |
| ai (mm) = | 100 |

NTON 12 009-10

| Tipo de adoquín | MR (promedio) | MR (para una muestra individual) |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Tipo 1 | 5 | 4.2 |
| Tipo 2 | 4.25 | 3.57 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.49. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto (prueba patrón) a 18 días de curado

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 0 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,800.00 | 4.70 |
| 0 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 5,600.00 | 4.53 |
| 0 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 5,600.00 | 4.53 |
| 0 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,700.00 | 4.61 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 5,675.00 | 4.59 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1
Si Cumple para el Tipo-2
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.50. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 2 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,800.00 | 4.70 |
| 2 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 5,900.00 | 4.78 |
| 2 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 5,900.00 | 4.78 |
| 2 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 5,900.00 | 4.78 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 5,875.00 | 4.76 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquin no clasifica como Tipo 1
Si Cumple para el Tipo-2
El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.51. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 4 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,200.00 | 5.02 |
| 4 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 6,100.00 | 4.94 |
| 4 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,100.00 | 4.94 |
| 4 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,100.00 | 4.94 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,125.00 | 4.96 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

El adoquín no clasifica como Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.52. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 6 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,500.00 | 5.26 |
| 6 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 6,600.00 | 5.34 |
| 6 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,500.00 | 5.26 |
| 6 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,600.00 | 5.34 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,550.00 | 5.30 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.53. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 8 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,900.00 | 5.59 |
| 8 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 7,000.00 | 5.67 |
| 8 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,900.00 | 5.59 |
| 8 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,000.00 | 5.67 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,950.00 | 5.63 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.54. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 10 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,100.00 | 5.75 |
| 10 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 7,000.00 | 5.67 |
| 10 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 7,100.00 | 5.75 |
| 10 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,000.00 | 5.67 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 7,050.00 | 5.71 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 18 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

CONTROL DE CALIDAD DE ADOQUINES

Nombre del fabricante: Monografía UNI
Dirección: -----
Teléfono: -----

Fecha de Fabricación:

| |
|-----------|
| 5-ago.-14 |
| 2-sep.-14 |
| 28 |
| C - 5 |
| Tipo - 1 |

Fecha de Ruptura:
Edad en días:
Tipo de adoquín a ensayar:

| Rectángulo inscrito | |
|---------------------|-----|
| Li (mm) = | 200 |
| ai (mm) = | 100 |

NTON 12 009-10

| Tipo de adoquín | MR (promedio) | MR (para una muestra individual) |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| Tipo 1 | 5 | 4.2 |
| Tipo 2 | 4.25 | 3.57 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.55. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto (prueba patrón) a 28 días de curado

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 0 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,200.00 | 5.02 |
| 0 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 6,300.00 | 5.10 |
| 0 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,200.00 | 5.02 |
| 0 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,300.00 | 5.10 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,250.00 | 5.06 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.56. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 2 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,400.00 | 5.18 |
| 2 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 6,500.00 | 5.26 |
| 2 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,400.00 | 5.18 |
| 2 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,600.00 | 5.34 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,475.00 | 5.24 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.57. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 4 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,600.00 | 5.34 |
| 4 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 6,700.00 | 5.42 |
| 4 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 6,600.00 | 5.34 |
| 4 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 6,700.00 | 5.42 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 6,650.00 | 5.38 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.58. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 6 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,200.00 | 5.83 |
| 6 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 7,100.00 | 5.75 |
| 6 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 7,000.00 | 5.67 |
| 6 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,200.00 | 5.83 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 7,125.00 | 5.77 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.59. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|--|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 8 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,400.00 | 5.99 |
| 8 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 7,600.00 | 6.15 |
| 8 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 7,500.00 | 6.07 |
| 8 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,500.00 | 6.07 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 7,500.00 | 6.07 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.60. Resistencia a la flexo-tracción de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| Mediciones en mm. | | | | | | | | | Carga aplicada Cmáx (N) | Resistencia a la Flexotracción MR (Mpa) |
|-------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|--------------|----|----|----|----------------------------|---|
| Muestra | Largo real (mm) | | Ancho real (mm) | | Espesor (mm) | | | | | |
| | L1 | L2 | a1 | a2 | e1 | e2 | e3 | e4 | | |
| 10 - 1 | 201 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,700.00 | 6.23 |
| 10 - 2 | 200 | 203 | 99 | 99 | 61 | 61 | 61 | 61 | 7,700.00 | 6.23 |
| 10 - 3 | 200 | 199 | 101 | 101 | 50 | 50 | 50 | 50 | 7,600.00 | 6.15 |
| 10 - 4 | 203 | 198 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 | 60 | 7,700.00 | 6.23 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedios | 200 | | 100 | | 58 | | | | 7,675.00 | 6.21 |

| Dimensiones promedio | |
|----------------------|-----|
| Lr (mm) = | 200 |
| ar (mm) = | 100 |
| er (mm) = | 58 |

Resistencia a la Flexotracción (MR)

$$MR = \frac{3C_{máx} * (Li - 20)}{[(ar + ai) * er^2]}$$

Observaciones

De acuerdo con el MR obtenido en el ensayo, el adoquín según NTON es del Tipo 1

Si Cumple para el Tipo-2

El ensayo fue realizado bajo la Norma NTOM 12 009 - 10

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 3 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 8-ago.-14 |
| Edad en días: | 3 |
| Tipo de adoquín a ensayar | C - 5 Tipo - 1 |
| Factor de corrección | 1.06 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de adoquín | Resistencia mínima de 3 u | |
|--------------------|------------------------------|------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo-1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo-2 | 20.06 | 3000 |

Factor de corrección

| Espesor r mínimo del adoquí n (mm) | Adoquín | |
|---|---------|----------|
| | Liso | Biselado |
| 60 o 65 | 1.00 | 1.06 |
| 80 | 1.04 | 1.11 |
| 100 | 1.08 | 1.16 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.61. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto
(prueba patrón) a 3 días de curado**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 0 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 218,900 | 10.97 | 11.63 | 1686.9 |
| 0 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 216,800 | 10.87 | 11.52 | 1670.8 |
| 0 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 219,000 | 10.87 | 11.52 | 1671.0 |
| 0 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 219,200 | 10.93 | 11.59 | 1680.8 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 218,475 | 10.91 | 11.57 | 1,677 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.62. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 3
días de curado, usando aditivo FR2 20 ml**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 2 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 234,300 | 11.74 | 12.45 | 1805.6 |
| 2 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 235,000 | 11.78 | 12.49 | 1811.1 |
| 2 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 234,900 | 11.66 | 12.36 | 1792.3 |
| 2 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 233,700 | 11.66 | 12.36 | 1792.0 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 234,475 | 11.71 | 12.41 | 1,800 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.63. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 4 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 244,200 | 12.24 | 12.98 | 1881.9 |
| 4 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 243,400 | 12.20 | 12.93 | 1875.8 |
| 4 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 242,900 | 12.05 | 12.78 | 1853.3 |
| 4 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 245,000 | 12.22 | 12.95 | 1878.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 243,875 | 12.18 | 12.91 | 1,872 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.64. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 6 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 269,500 | 13.51 | 14.32 | 2076.8 |
| 6 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 268,900 | 13.48 | 14.29 | 2072.4 |
| 6 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 267,400 | 13.27 | 14.07 | 2040.3 |
| 6 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 269,400 | 13.44 | 14.24 | 2065.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 268,800 | 13.42 | 14.23 | 2,064 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.65. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 8 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 276,400 | 13.85 | 14.69 | 2130.0 |
| 8 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 275,700 | 13.82 | 14.65 | 2124.8 |
| 8 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 274,600 | 13.63 | 14.45 | 2095.2 |
| 8 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 277,000 | 13.82 | 14.64 | 2124.0 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 275,925 | 13.78 | 14.61 | 2,118 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.66. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 3 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 10 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 283,400 | 14.21 | 15.06 | 2184.0 |
| 10 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 282,800 | 14.18 | 15.03 | 2179.5 |
| 10 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 283,400 | 14.06 | 14.91 | 2162.3 |
| 10 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 284,100 | 14.17 | 15.02 | 2178.4 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 283,425 | 14.15 | 15.00 | 2,176 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 3 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 12-ago.-14 |
| Edad en días: | 7 |
| Tipo de adoquín a ensayar | C - 5 Tipo - 1 |
| Factor de corrección | 1.06 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de adoquín | Resistencia mínima de 3 u | |
|--------------------|------------------------------|------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo-1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo-2 | 20.06 | 3000 |

Factor de corrección

| Espesor r mínimo del adoquí n (mm) | Adoquín | |
|---|---------|----------|
| | Liso | Biselado |
| 60 o 65 | 1.00 | 1.06 |
| 80 | 1.04 | 1.11 |
| 100 | 1.08 | 1.16 |

Tabla: EXEL, **Autor:** Fuente propia.

Tabla A-4.67. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto (prueba patrón) a 7 días de curado

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 0 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 278,200 | 13.94 | 14.78 | 2143.9 |
| 0 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 275,700 | 13.82 | 14.65 | 2124.8 |
| 0 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 276,600 | 13.73 | 14.55 | 2110.4 |
| 0 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 277,500 | 13.84 | 14.67 | 2127.8 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 277,000 | 13.83 | 14.66 | 2,127 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.68. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 2 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 290,300 | 14.55 | 15.42 | 2237.1 |
| 2 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 292,100 | 14.64 | 15.52 | 2251.2 |
| 2 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 292,600 | 14.52 | 15.39 | 2232.5 |
| 2 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 291,400 | 14.53 | 15.41 | 2234.4 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 291,600 | 14.56 | 15.44 | 2,239 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.69. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 4 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 309,500 | 15.51 | 16.44 | 2385.1 |
| 4 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 308,100 | 15.44 | 16.37 | 2374.5 |
| 4 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 309,200 | 15.35 | 16.27 | 2359.2 |
| 4 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 307,600 | 15.34 | 16.26 | 2358.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 308,600 | 15.41 | 16.34 | 2,369 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.70. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 6 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 340,600 | 17.07 | 18.10 | 2624.8 |
| 6 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 342,300 | 17.16 | 18.19 | 2638.1 |
| 6 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 341,900 | 16.97 | 17.99 | 2608.7 |
| 6 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 341,400 | 17.03 | 18.05 | 2617.8 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 341,550 | 17.06 | 18.08 | 2,622 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.71. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 8 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 363,400 | 18.22 | 19.31 | 2800.5 |
| 8 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 361,600 | 18.13 | 19.21 | 2786.8 |
| 8 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 362,200 | 17.98 | 19.05 | 2763.6 |
| 8 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 361,900 | 18.05 | 19.13 | 2775.0 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 362,275 | 18.09 | 19.18 | 2,781 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para Tipo-1,

Ni para Tipo-2,

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.72. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 7 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 10 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 373,700 | 18.73 | 19.86 | 2879.8 |
| 10 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 374,200 | 18.76 | 19.88 | 2883.9 |
| 10 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 372,900 | 18.51 | 19.62 | 2845.2 |
| 10 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 374,100 | 18.66 | 19.78 | 2868.5 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 373,725 | 18.66 | 19.78 | 2,869 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia no Cumple para Tipo-1,

Ni para Tipo-2,

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 12 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 17-ago.-14 |
| Edad en días: | 12 |
| Tipo de adoquín a ensayar | C - 5 Tipo - 1 |
| Factor de corrección | 1.06 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de adoquín | Resistencia mínima de 3 u | |
|--------------------|------------------------------|------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo-1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo-2 | 20.06 | 3000 |

Factor de corrección

| Espesor r mínimo del adoquí n (mm) | Adoquín | |
|---|---------|----------|
| | Liso | Biselado |
| 60 o 65 | 1.00 | 1.06 |
| 80 | 1.04 | 1.11 |
| 100 | 1.08 | 1.16 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.73. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto
(prueba patrón) a 12 días de curado**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 0 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 357,500 | 17.92 | 18.99 | 2755.0 |
| 0 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 358,300 | 17.96 | 19.04 | 2761.4 |
| 0 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 357,200 | 17.73 | 18.79 | 2725.4 |
| 0 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 359,900 | 17.95 | 19.03 | 2759.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 358,225 | 17.89 | 18.96 | 2,750 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.74. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 12
días de curado, usando aditivo FR2 20 ml**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 2 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 367,400 | 18.42 | 19.52 | 2831.3 |
| 2 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 368,100 | 18.45 | 19.56 | 2836.9 |
| 2 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 366,800 | 18.20 | 19.30 | 2798.7 |
| 2 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 367,200 | 18.31 | 19.41 | 2815.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedi | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 367,375 | 18.35 | 19.45 | 2,821 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Ni para Tipo-2,*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.75. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 4 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 389,100 | 19.50 | 20.67 | 2998.5 |
| 4 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 387,500 | 19.43 | 20.59 | 2986.4 |
| 4 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 389,300 | 19.32 | 20.48 | 2970.3 |
| 4 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 389,100 | 19.41 | 20.57 | 2983.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedi | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 388,750 | 19.41 | 20.58 | 2,985 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.76. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 6 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 430,500 | 21.58 | 22.87 | 3317.5 |
| 6 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 430,000 | 21.56 | 22.85 | 3313.9 |
| 6 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 429,300 | 21.31 | 22.58 | 3275.5 |
| 6 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 431,900 | 21.54 | 22.83 | 3311.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedi | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 430,425 | 21.50 | 22.79 | 3,305 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.77. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 8 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 458,400 | 22.98 | 24.36 | 3532.6 |
| 8 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 457,900 | 22.95 | 24.33 | 3529.0 |
| 8 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 460,000 | 22.83 | 24.20 | 3509.8 |
| 8 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 459,000 | 22.89 | 24.27 | 3519.5 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedi | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 458,825 | 22.91 | 24.29 | 3,523 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.78. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 12 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 10 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 472,400 | 23.68 | 25.10 | 3640.4 |
| 10 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 471,800 | 23.65 | 25.07 | 3636.1 |
| 10 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 472,100 | 23.43 | 24.84 | 3602.1 |
| 10 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 470,600 | 23.47 | 24.88 | 3608.5 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedi | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 471,725 | 23.56 | 24.97 | 3,622 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 18 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

Control de Calidad en bloques de concreto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 23-ago.-14 |
| Edad en días: | 18 |
| Tipo de adoquín a ensayar | C - 5 Tipo - 1 |
| Factor de corrección | 1.06 |

Según NTON 12 008 - 09

| Tipo de adoquín | Resistencia mínima de 3 u | |
|--------------------|------------------------------|------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo-1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo-2 | 20.06 | 3000 |

Factor de corrección

| Espesor r mínimo del adoquí n (mm) | Adoquín | |
|---|---------|----------|
| | Liso | Biselado |
| 60 o 65 | 1.00 | 1.06 |
| 80 | 1.04 | 1.11 |
| 100 | 1.08 | 1.16 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.79. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto (prueba patrón) a 18 días de curado

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 0 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 434,000 | 21.75 | 23.06 | 3344.5 |
| 0 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 436,300 | 21.87 | 23.18 | 3362.5 |
| 0 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 433,900 | 21.53 | 22.83 | 3310.6 |
| 0 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 445,700 | 22.23 | 23.56 | 3417.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 437,475 | 21.85 | 23.16 | 3,359 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia no Cumple para Tipo-1,
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.80. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 20 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 2 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 457,300 | 22.92 | 24.30 | 3524.1 |
| 2 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 458,200 | 22.97 | 24.35 | 3531.3 |
| 2 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 456,700 | 22.67 | 24.03 | 3484.6 |
| 2 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 458,000 | 22.84 | 24.21 | 3511.9 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 457,550 | 22.85 | 24.22 | 3,513 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.81. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 4 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 477,800 | 23.95 | 25.39 | 3682.1 |
| 4 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 477,000 | 23.91 | 25.35 | 3676.2 |
| 4 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 476,100 | 23.63 | 25.05 | 3632.6 |
| 4 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 479,600 | 23.92 | 25.36 | 3677.5 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 477,625 | 23.85 | 25.28 | 3,667 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.82. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 6 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 522,400 | 26.19 | 27.76 | 4025.8 |
| 6 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 523,100 | 26.22 | 27.80 | 4031.5 |
| 6 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 524,200 | 26.02 | 27.58 | 3999.6 |
| 6 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 521,500 | 26.01 | 27.57 | 3998.8 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 522,800 | 26.11 | 27.67 | 4,014 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.83. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 8 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 565,800 | 28.36 | 30.06 | 4360.2 |
| 8 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 562,700 | 28.21 | 29.90 | 4336.6 |
| 8 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 564,600 | 28.02 | 29.70 | 4307.9 |
| 8 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 565,000 | 28.18 | 29.87 | 4332.3 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 564,525 | 28.19 | 29.88 | 4,334 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.84. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 18 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|------------------------|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| | | | | | | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 10 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 572,000 | 28.67 | 30.39 | 4408.0 |
| 10 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 574,300 | 28.79 | 30.52 | 4426.0 |
| 10 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 575,600 | 28.57 | 30.28 | 4391.8 |
| 10 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 571,400 | 28.50 | 30.21 | 4381.4 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 573,325 | 28.63 | 30.35 | 4,402 |

Notas:

1 lb = 4.4482 N

1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1

Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

En las siguientes tablas se muestran los resultados para determinar las propiedades de los adoquines de concreto a 28 días de curado, sin aditivo y empleando aditivo FR2 con un rango de 20 a 100 ml por bolsa de cemento, pruebas realizadas siguiendo lo indicado en la norma ASTM C 140.

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE CONSTRUCCION Y
DESARROLLO URBANO.
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO DE MATERIALES DE
CONSTRUCCION.**

Control de Calidad en adoquines de concreto

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre del fabricante: | Monografía UNI |
| Dirección: | ----- |
| Teléfono: | ----- |
| Fecha de Fabricación: | 5-ago.-14 |
| Fecha de Ruptura: | 2-sep.-14 |
| Edad en días: | 28 |
| Tipo de adoquín a ensayar | C - 5 Tipo - 1 |
| Factor de corrección | 1.06 |

Según NTON 12 009 - 10

| Tipo de adoquín | Resistencia mínima de 3 u | |
|--------------------|------------------------------|------|
| | Mpa. | PSI |
| Tipo-1 | 24.22 | 3500 |
| Tipo-2 | 20.06 | 3000 |

Factor de corrección

| Espesor r mínimo del adoquí n (mm) | Adoquín | |
|---|---------|----------|
| | Liso | Biselado |
| 60 o 65 | 1.00 | 1.06 |
| 80 | 1.04 | 1.11 |
| 100 | 1.08 | 1.16 |

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.85. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto
(prueba patrón) a 28 días de curado**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 0 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 485,600 | 24.34 | 25.80 | 3742.2 |
| 0 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 483,100 | 24.22 | 25.67 | 3723.2 |
| 0 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 484,500 | 24.05 | 25.49 | 3696.7 |
| 0 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 482,100 | 24.04 | 25.49 | 3696.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 483,825 | 24.16 | 25.61 | 3,715 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

**Tabla A-4.86. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 28
días de curado, usando aditivo FR2 20 ml**

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Commpresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|------------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 2 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 502,300 | 25.18 | 26.69 | 3870.9 |
| 2 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 505,700 | 25.35 | 26.87 | 3897.4 |
| 2 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 503,700 | 25.00 | 26.50 | 3843.2 |
| 2 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 502,900 | 25.08 | 26.59 | 3856.2 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 503,650 | 25.15 | 26.66 | 3,867 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.87. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 40 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 4 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 532,300 | 26.68 | 28.28 | 4102.0 |
| 4 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 533,200 | 26.73 | 28.33 | 4109.3 |
| 4 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 531,800 | 26.39 | 27.98 | 4057.6 |
| 4 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 534,400 | 26.65 | 28.25 | 4097.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 532,925 | 26.61 | 28.21 | 4,092 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.88. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 60 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | mm² | (N) | Mpa | Mpa. | PSI |
| 6 -1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 568,600 | 28.50 | 30.21 | 4381.8 |
| 6 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 569,200 | 28.53 | 30.25 | 4386.7 |
| 6 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 570,100 | 28.29 | 29.99 | 4349.8 |
| 6 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 566,300 | 28.24 | 29.94 | 4342.3 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 568,550 | 28.39 | 30.10 | 4,365 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.89. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 80 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | mm² | (N) |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 8 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 598,700 | 30.01 | 31.81 | 4613.7 |
| 8 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 599,000 | 30.03 | 31.83 | 4616.4 |
| 8 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 597,800 | 29.67 | 31.45 | 4561.2 |
| 8 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 595,300 | 29.69 | 31.47 | 4564.7 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 597,700 | 29.85 | 31.64 | 4,589 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

Tabla A-4.90. Resistencia a la compresión de adoquines de concreto a 28 días de curado, usando aditivo FR2 100 ml

| DIMENSIONES | | | | | | Area neta | Carga Aplicada | Resistencia a la Compresión | Resistencia a la Compresión * Fc = 1.06 | |
|-------------|--------------|------------|-------|------------|-------|-----------|----------------|-----------------------------|---|--------|
| Muestra | Espesor (mm) | Largo (mm) | | Ancho (mm) | | | | | | |
| | | Lec.1 | Lec.2 | Lec.1 | Lec.2 | | | | | |
| 10 - 1 | 60 | 201 | 198 | 100 | 100 | 19,950 | 605,200 | 30.34 | 32.16 | 4663.8 |
| 10 - 2 | 61 | 200 | 203 | 99 | 99 | 19,949 | 604,500 | 30.30 | 32.12 | 4658.8 |
| 10 - 3 | 50 | 200 | 199 | 101 | 101 | 20,150 | 605,100 | 30.03 | 31.83 | 4616.9 |
| 10 - 4 | 60 | 203 | 198 | 100 | 100 | 20,050 | 603,900 | 30.12 | 31.93 | 4630.6 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 57.8 | 200.3 | | 100.0 | | 20,025 | 604,675 | 30.20 | 32.01 | 4,643 |

Notas:

1 lb = 4.44822 N
1Mpa= 145.038 PSI

OBSERVACIONES:

*La Resistencia Cumple para Tipo-1
Si Cumple para el Tipo-2*

Tabla: EXEL, Autor: Fuente propia.

ANEXO A-5 FOTOGRAFIAS: MONOGRAFIA

Este anexo contiene las imágenes tomadas durante la realización de las pruebas para este trabajo monográfico.

1. Agregados.

Imagen 5. Granulometría agregados finos y gruesos.



Foto: Fuente propia.

Imagen 6. Determinación de los PVSS Y PVSC, Arena Motastepe.



Foto: Fuente propia.

Imagen 7. Máquina de los Ángeles para determinar la resistencia a la abrasión de agregados gruesos.



Foto: Fuente propia.

2. Cemento.

Imagen 8. Determinación de la gravedad específica cemento HOLCIM.



Foto: Fuente propia.

Imagen 9. Determinación de la consistencia normal del cemento HOLCIM.

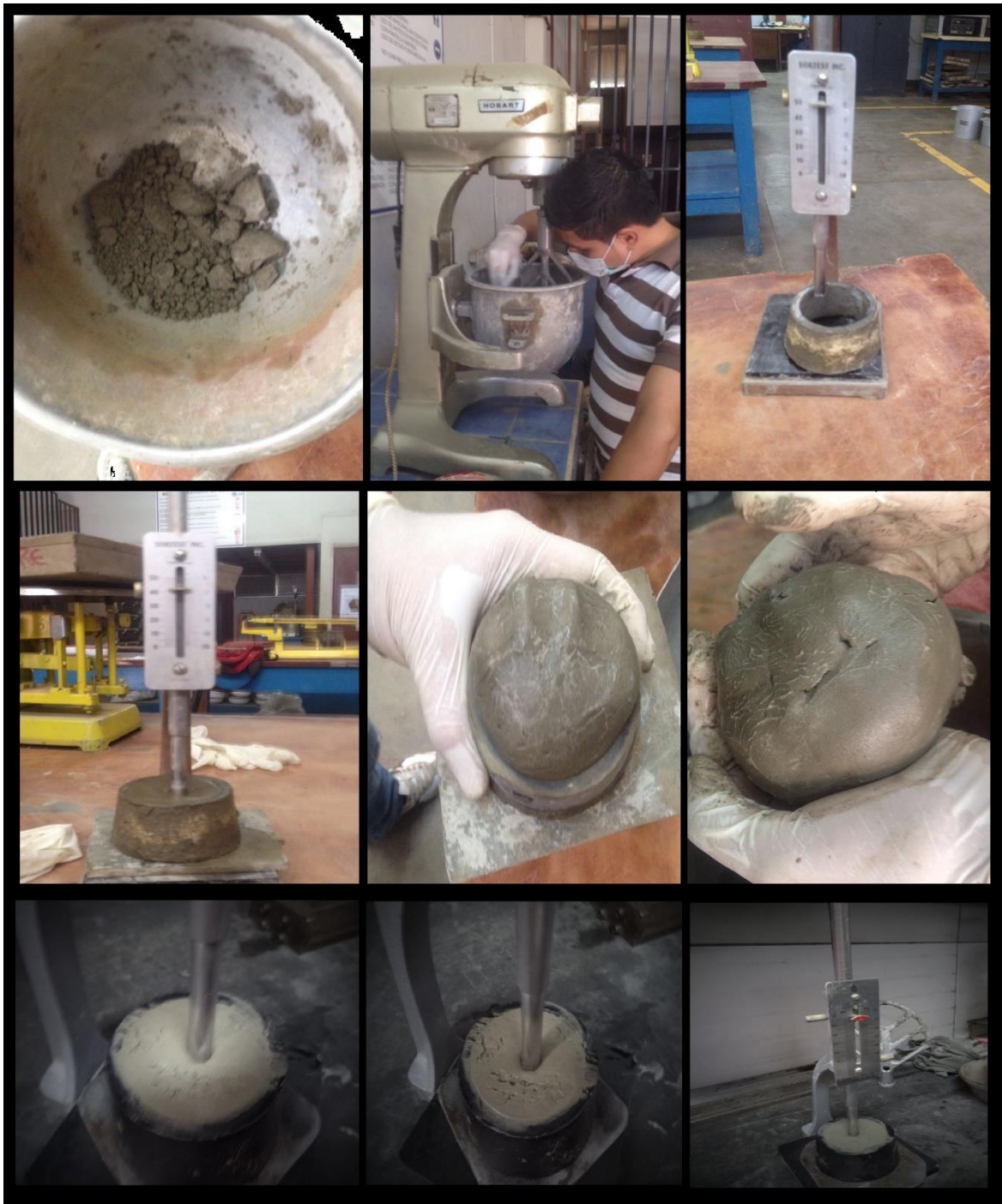


Foto: Fuente propia.

Imagen 10. Determinación de los tiempos de fraguado del cemento.

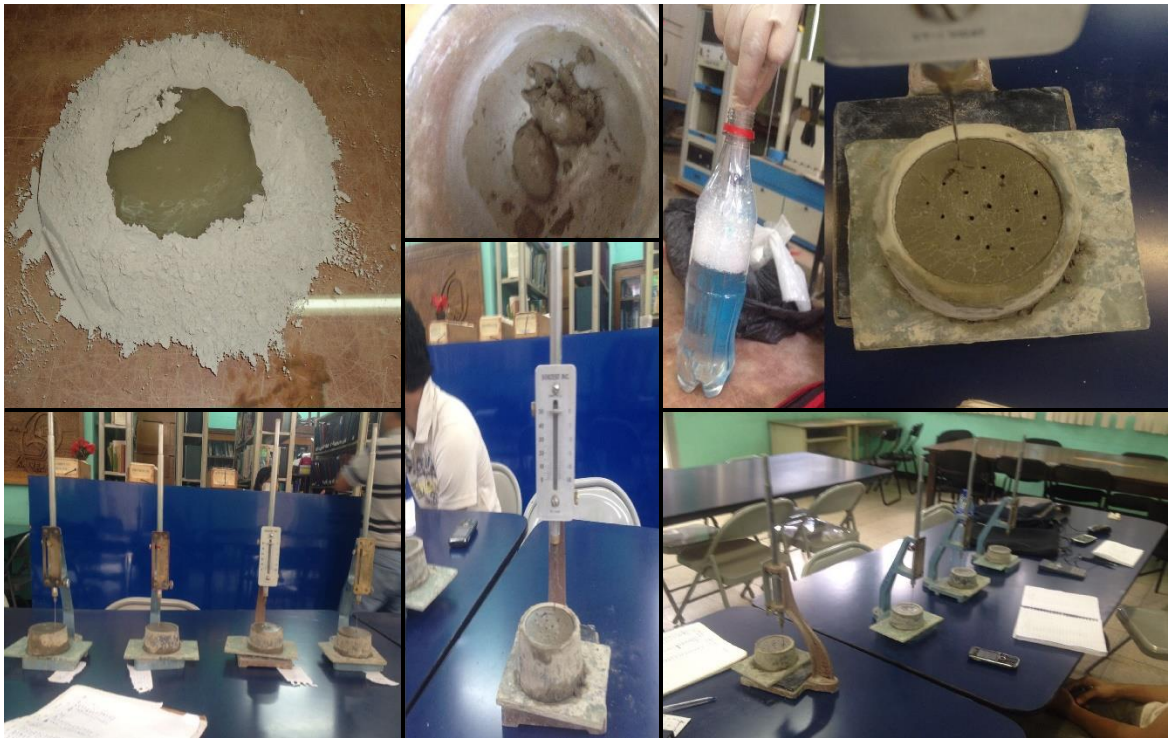


Foto: Fuente propia.

Imagen 11. Fabricación de prefabricados de concreto en ladrillera San Pablo S.A.



Foto: Fuente propia.

3. Prefabricados de concreto.

Imagen 12. Curado e identificación de bloques de concreto.



Foto: Fuente propia.

Imagen 13. Placa para ensayos de flexo-tracción de adoquines de concreto.



Foto: Fuente propia.

Imagen 14. Máquina de compresión marca **CONTROLS**, laboratorio de materiales y suelos **MTI**.

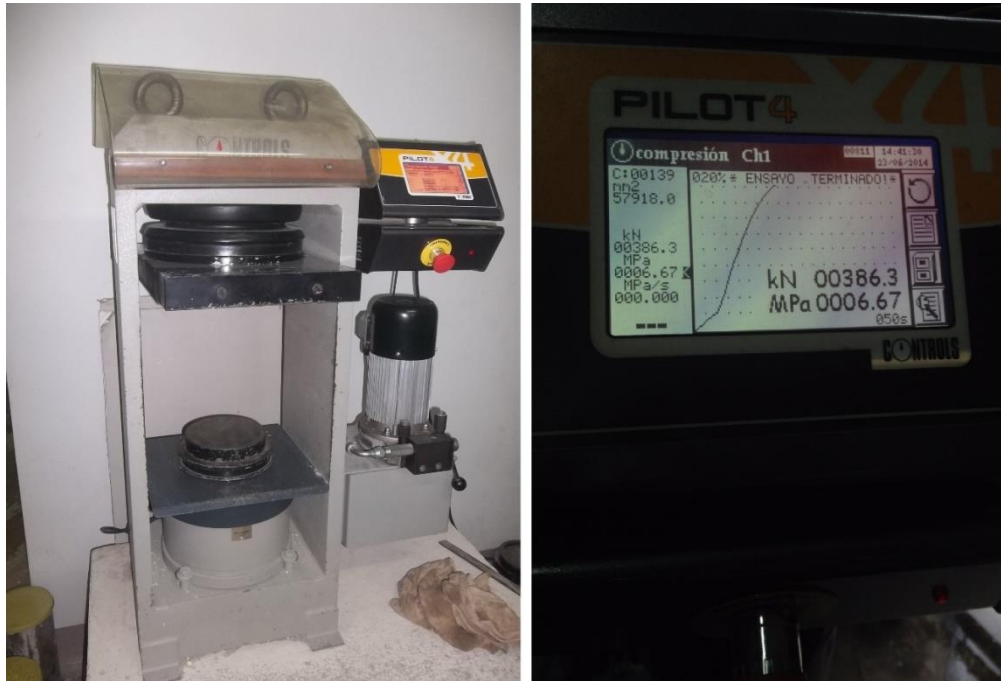


Foto: Fuente propia.

Imagen 15. Bloques de concreto refrentados con mortero de cemento.



Foto: Fuente propia.

Imagen 16. Adoquines de concreto.



Foto: Fuente propia.

Imagen 17. Compresión de bloques de concreto.



Foto: Fuente propia.

Imagen 18. En la imagen de la izquierda se puede apreciar el ensayo de compresión de adoquines, mientras que en la imagen de la derecha se observa el ensayo de flexo-tracción de adoquines.



Foto: Fuente propia.

Imagen 19. Adoquines sometidos a fallas por compresión y a fallas por flexo-tracción.



Foto: Fuente propia.